

SÄTEILYN KÄYTTÖ JA MUU SÄTEILYLLE ALTISTAVA TOIMINTA

Vuosiraportti 2004

Erkki Rantanen (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Ritva Havukainen

Eero Illukka

Kari Jokela

Markus Kangasniemi

Helinä Korpela

Antti Kosunen

Jorma Kuusisto

Maaret Lehtinen

Mika Markkanen

Eero Oksanen

Ritva Parkkinen

Eija Vartiainen

Eija Venelampi

Reijo Visuri

ISBN 951-712-972-6 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2005

ISBN 951-712-973-4 (pdf)

ISSN 1235-6719

RANTANEN Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2004. STUK-B-STO 57. Helsinki 2005. 44 s. + liitteet 7 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeavat tapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2004 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa 1 791 turvallisuuslupaa. Luvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 924 toiminnan harjoittajaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Vuonna 2004 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 438 turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastusta ja 38 ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastusta. Viidelle laitteelle asetettiin käyttörajoitus. Korjausmääräyksiä annettiin 150 tarkastuksessa ja korjaussuosituksia 85 tarkastuksessa. Huomautettavaa ei ollut 229 tarkastuksessa.

Annostarkkailussa oli vuonna 2004 yhteensä 11 082 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin 135 000 kappaletta. Yhdenkään työntekijän annos ei ylittänyt säteilyasetuksessa määriteltyjä vuosiansosrajoja.

Luonnonsäteilyn valvonnassa keskityttiin työpaikkojen radonsäteilyn valvontaan ja avaruussäteilystä lentohenkilöstölle aiheutuvan altistuksen valvontaan. Vuoden 2004 lopussa radonvalvonnassa oli 55 työpaikkaa ja niissä yhteensä 74 työpistettä. Avaruussäteilystä aiheutuvan säteilyaltistuksen seurannassa oli yhteensä 2 540 lentäjää ja matkustamohenkilöstön jäsentä.

Mittanormaalityöinnässä jatkettiin kalibrointi- ja kehitystyötä edellisten vuosien tapaan.

Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta kohdistui edelleen erityisesti matkapuhelimiin ja solariumeihin. Säteilyturvallisuusarvioita tehtiin lisäksi yleisradiolaitteille, tutkille, risteilyaluksen ”keinoauringolle”, leipomon UVC-bakteerituholampuille ja showlasereille. Solariumien säteilyturvallisuudesta laadittiin yhteistyössä muiden Pohjoismaiden kanssa suositus. Pääosa tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin yhteisrahoitteisissa tutkimusprojekteissa ja se kohdistui erityisesti matkaviestinnän terveysriskien arviointiin ja matkapuhelimien aiheuttaman altistumisen määritysmenetelmiin.

Vuonna 2004 sattui 18 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 6 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa, 11 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja 1 ionisoimattoman säteilyn käyttöä. Tapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 YLEISTÄ	7
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	8
2.1 Yleistä	8
2.2 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	8
2.3 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	12
2.4 Säteilyn käytön tarkastukset	12
2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	16
2.6 Annostarkkailu	18
2.7 Radioaktiiviset jätteet	20
2.8 Poikkeavat tapahtumat	22
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	26
3.1 Yleistä	26
3.2 Radon	26
3.3 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily	27
3.4 Avaruussäteily	27
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	29
4.1 Yleistä	29
4.2 Optinen säteily	29
4.3 Sähkömagneettiset kentät	29
4.4 Poikkeavat tapahtumat	30
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	31
5.1 ST-ohjeet	31
5.2 Muu säännöstötyö	31
6 TUTKIMUS	32
6.1 Ionisoiva säteily	32
6.2 Ionisoimaton säteily	34
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	36
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	37
9 VIESTINTÄ	39
10 MITTANORMAALITOIMINTA	41
11 PALVELUT	42
12 MUUTA	43
12.1 Säteilysuojelukoulutusselvitys	43
12.2 Asiakastyytyväisyyskyselyt	43

LIITE 1 JULKAISUT VUONNA 2004	45
LIITE 2 STUKIN JULKAISEMAT ST-OHJEET	49
LIITE 3 KOULUTUSORGANISAATIOT	50

1 Yleistä

Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä terveydenhuollossa, teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden maahantuontia, maastavientiä, valmistusta ja kauppaa. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan turvallisuutta valvoo säteilylain (592/1991) nojalla Säteilyturvakeskus (STUK). Valvonta koskee myös ionisoimattoman säteilyn käyttöä siltä osin kuin se ei kuulu muille viranomaisille. Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaavat STUKissa Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) ja

Ionisoimattoman säteilyn laboratorio (NIR-laboratorio).

Tässä vuosiraportissa esitetään ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käyttöön ja muuhun säteilylle altistavaan toimintaan sekä niiden valvontaan liittyviä tapahtumia vuodelta 2004. Lisäksi esitetään STO:n ja NIR-laboratorion valvontansa yhteydessä keräämiä tilastotietoja vuodelta 2004 sekä tietoja näiden yksiköiden mittanormaali- ja tutkimustoiminnasta, säännöstötyöstä, kansainvälisestä ja kotimaisesta yhteistyöstä sekä viestinnästä ja palveluista. Säteilyn käyttöön liittyviä poikkeavia tapahtumia selostetaan raportissa esimerkkitapauksina, jotta samankaltaisilta tapahtumilta voitaisiin välttyä vastaisuudessa. Lisäksi esitetään sekä STO:n että NIRin toiminnasta vuonna 2004 tehtyjen asiakastytytyväisyyskyselyjen tulokset.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Yleistä

Säteilylain 16 §:n mukaan säteilyn käyttöä varten on oltava turvallisuuslupa. STUK myöntää luvan hakemuksesta. Toiminnan muuttuessa lupaan on haettava muutosta, jos kyseisellä muutoksella on merkitystä säteilyturvallisuuden kannalta. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi käyttöpaikan vaihdos, uuden säteilylaitteen käyttöönotto tai säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan vaihtuminen. Turvallisuuslupaa myönnettäessä harkitaan oikeutusperiaatteen toteutumista säteilyn uusien käyttömuotojen osalta. STO ylläpitää kaikista myönnettyistä luvista ja niissä mainituista säteilylähteistä turvallisuusluparekisteriä.

Säteilylain 17 §:n mukaan STUK voi vapauttaa säteilyn käytön turvallisuusluvasta, jos voidaan riittävän luotettavasti varmistua siitä, että säteilyn käyttö ei aiheuta terveydellistä haittaa tai vaaraa. Turvallisuusluvasta on tietyn ehdoin vapautettu hammasröntgenlaitteiden käyttö hammaslääkärin vastaanottotoiminnan yhteydessä. Luvasta vapautettu laite ja toiminta on ilmoitettava STUKille rekisteröitäväksi. STUK ylläpitää ilmoitetuista laitteista hammasröntgenlaiterekisteriä.

Säteilyn käyttöpaikoille tehtävillä tarkastuksilla STUK valvoo, että säteilylainsäädäntöä ja turvallisuusluvuissa mainittuja ehtoja noudatetaan ja että toimintaa muutoinkin harjoitetaan turvallisesti ja hyväksyttävällä tavalla. Yleensä tarkastukset kattavat koko toiminnan. Erillinen suppeammin kohdistettu tarkastus voidaan tehdä muun muassa, jos toiminta osittain muuttuu, esimerkiksi kun otetaan käyttöön uusi säteilyn käyttöpaikka tai säteilylaite. Säteilylähteet ja niiden käyttö tarkastetaan ensimmäisen kerran yleensä toiminnan alkaessa. Tämän jälkeen tarkastuksia tehdään toiminnan laadun mukaisesti suunnitelluin määrävälein. Hammasröntgenlaitteiden turvallisuutta valvotaan postitse lähetettävien testipakettien avulla. Menetelmä on tarkemmin

kuvattu raportissa STUK-B-STO 33.

Säteilylain mukaan toiminnan harjoittajan on järjestettävä säteilytyötä tekeville henkilöille säteilyaltistuksen seuranta. Seurannan on oltava henkilökohtaista (annostarkkailu) säteilytyöluokassa A. Usein myös säteilytyöluokkaan B kuuluvien henkilöiden altistuksen seuranta on tarkoituksenmukaisuussyistä järjestetty annostarkkailuna. STUK pitää säteilylain 34 §:n mukaisesti annostarkkailua säteilytyössä toimivien työntekijöiden säteilyaltistuksesta.

STUK ylläpitää myös kansallista pienjätevarastoa, jonne varastoidaan kiinteitä radioaktiivisia jätteitä loppusijoitusta varten. Pienjätevarasto sijaitsee Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluodon ydinvoimalan keski- ja vähäaktiivisen voimalajätteen loppusijoitustilan yhteydessä.

Säteilyasetuksen (1512/1991) 17 §:n mukaan STUKille on ilmoitettava säteilyn käyttöön liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauksena turvallisuus säteilyn käyttöpaikalla tai sen ympäristössä merkittävästi vaarantuu. Samoin on ilmoitettava säteilylähteen katoamisesta tai anastuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla pois turvallisuuslupan haltijan hallusta. Ilmoitus on tehtävä myös muista poikkeavista havainnoista ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden, muiden henkilöiden tai ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

2.2 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa

Turvallisuusluvut

Vuonna 2004 myönnettiin terveydenhuollon säteilyn käyttöön 17 uutta turvallisuuslupaa. Luvan muutoshakemuksia käsiteltiin 219 kappaletta. Näistä 96 hakemusta koski vastaavan johtajan vaihtumista ja 123 hakemusta toiminnassa tapahtunutta muutosta, kuten uuden laitteen käyttöönottoa tai käyttöpaikan vaihdosta. Lisäksi tehtiin 199 päätöstä, joilla esimerkiksi lupa tai osa siitä

lakkautettiin toiminnan tai säteilylähteen käytön loppumisen johdosta. Lukuun sisältyvät myös esimerkiksi hammasröntgenlaitteiden käytöstä poistamiset luvasta vapautetussa hammasröntgentoiminnassa.

Vuoden 2004 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käytössä voimassa 698 turvallisuuslupaa. Taulukossa I on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Turvallisuusluvasta vapautettu hammasröntgentoiminta

Hammasröntgenlaitteiden käyttö on vapautettu turvallisuusluvasta STUKin päätöksellä 202/310/99. Jos laitteen käyttö ei täytä päätöksessä mainittuja ehtoja, käyttöä varten on haettava turvallisuuslupaa. Ehtojen täyttyminen tutkitaan STUKille ilmoitettujen laitteiden rekisteröimisen yhteydessä.

Turvallisuusluvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2004 yhteensä 1 924 toiminnan harjoittajaa.

Hammasröntgenlaitteiden valvontaa varten lähetettiin toiminnan harjoittajille postitse yhteensä 1 504 valvontapakettia. Hyväksytty mittaustulos saatiin 1 283 laitteelle.

Säteilylaitteet

Taulukossa II on esitetty tietoja turvallisuusluparekisterissä ja hammasröntgenlaiterekisterissä vuoden 2004 lopussa olleista terveydenhuollon säteilylaitteista ja radionuklidilaboratorioista (taulukko sisältää myös eläinröntgenlaitteet). Rekistereihin oli merkittynä 7 123 säteilylaitetta ja 71 radionuklidilaboratoriota. Laitteista suurin osa oli hammasröntgenlaitteita. Edelliseen vuoteen verrattuna säteilylaitteiden lukumäärä pysyi jokseenkin ennallaan, mutta radionuklidilaboratorioiden lukumäärä pieneni noin 8 %.

Röntgendiagnostiikka

Vuonna 2004 STUKin tekemissä röntgendiagnostiikkaan kohdistetuissa tarkastuksissa ei todettu yhtään vakavaa puutetta turvallisuusjärjestelyissä. Yleisesti ottaen röntgendiagnostiikan turvallisuustasoa voidaan pitää suhteellisen hyvänä, vaikka potilasannoksissa oli edelleenkin todettavissa huomattavia, jopa monikymmenkertaisia käyttöpaikkakohtaisia eroja. Näitä voidaan tutkimustoi-

menpiteen tarkoituksen kärsimättä yleensä pienentää. Tämä edellyttää aiempaa turvallisuustietoisempia toimintatapoja ja tutkimusmenetelmien optimointia.

STUK on asettanut vertailutasot tavanomaisista röntgentutkimuksista aikuispotilaille aiheutuille ihoannoksille. Potilaiden säteilyaltistusta ja vertailutasojen ylityksiä seurataan säteilyn käytön tarkastuksissa ja toiminnan harjoittajan mitausten perusteella. Vuonna 2004 vertailutasojen ylityksiä todettiin 9 %:ssa mitatuista lannerankaja keuhkokuvauksista ja 8 %:ssa mammografiatutkimuksista.

Mammografia

Seulontamammografiatoiminnan valvontakäytäntöjä täsmennettiin. Valvontaan sisällytetään ST-ohjeiden mukaisten testien lisäksi asiantuntijalääkärin lausunto mammografiakuvien laatua mittaavista testikuvista.

Sädehoito

Sädehoidossa pyritään tuhoamaan paikallinen syöpäkasvain siten, että tervettä kudosta vaurioitetaan mahdollisimman vähän. Tämän onnistumiseksi on säteily kohdistettava määrätyle kohdealueelle mahdollisimman tarkasti ja oikean suuruisena. Kansainvälisten, muun muassa Kansainvälisen säteily-yksiköiden ja -mittausten toimikunnan (ICRU), antamien suositusten mukaan hoitoannoksen epävarmuus ei saisi keskimäärin olla suurempi kuin 5 %. Oikeutus- ja optimointiperiaatteen toteutumisen valvonnassa päähuomio on tämän vuoksi kohdistettu niihin seikkoihin, jotka vaikuttavat potilaan saaman sädehoitoannoksen tarkkuuteen eli annoksen oikeaan suuruuteen ja oikeaan kohdistumiseen potilaassa. Sädehoitoannoksen hyvän tarkkuuden varmistamiseksi sädehoitoyksiköiltä on vaadittu hoitolaitteiden käyttöä koskevat laadunvarmistusohjelmat.

Sädehoidossa hoitoannoksen tarkkuuden säilymistä seurataan säännöllisillä vertailumittauksilla. Vuonna 2004 tehdyt STUKin ja sairaaloiden väliset vertailumittaukset osoittivat tarkkuuden olevan erittäin hyvän: mittaustulosten ero oli fotonikeiloissa keskimäärin 0,1 % (keskihajonta 0,3 %) ja elektroneikeiloissa 0,0 % (keskihajonta 0,7 %). Hoidon turvallisuutta vaarantavia yliannoksia ei vertailumittausten perusteella löytynyt.

Sädehoidon laitteiden (hoitolaitteet ja sädehoidon simulaattorit) tarkastukset ja vertailumittaukset osoittivat myös hoitoannoksen tarkkuuteen vaikuttavien toimintojen ja laitteiden ominaisuuksien yleensä täyttäneen niille asetetut vaatimukset.

Sädehoitoyksiköihin tehtiin 40 tarkastusta, joista 2 kohdistui uuden kiihdyttimen käyttöön ottoon. Määräyksiä turvajärjestelmien, sädehoidon laitteiden tai laadunvalvontamenetelmien puutteiden korjaamisesta annettiin 5 kappaletta.

Vuonna 2004 koko maassa käyttöön otetun, veteen absorboituneeseen annokseen perustuvan uuden annosmittausmenetelmän vaikutuksia hoitoannokseen selvitettiin tarkastusten yhteydessä tehdyillä vertailuilla. Vertailujen tulokset on koottu siirtymävuodelta 2003 ja vuodelta 2004. Tulokset noudattelevat kansainvälisesti julkaistujen vertailujen tuloksia eli hoitoannoksen muutos on noin 1,5 %. Raportti vertailuista valmistellaan alkuvuodesta 2005.

Isotooppitoiminta

Tarkastuksia tehtiin 15 isotooppilaboratorioon. Merkittäviä puutteita tai poikkeamia ei havaittu. Vertailutasojen käyttöönottoa seurattiin säteilytoiminnan määräaikaistarkastuksissa.

Selvitys vuoden 2003

isotooppitutkimuksista ja -hoidoista

Asiakaskyselynä tehtiin selvitys radioaktiivisten lääkevalmisteiden käytöstä Suomessa vuonna 2003. Selvityksen tulokset julkaistaan vuonna 2005 (STUK-B-STO 58). Aiemmin on tehty vastaava selvitys vuonna 2000 (STUK-B-STO 47).

Selvityksen tarkoituksena oli isotooppitutkimuksista potilaille aiheutuvan kollektiivisen efektiivisen annoksen, tutkimusten ja hoitojen lukumäärien sekä eri tutkimuksissa ja hoidoissa käytettävien keskimääräisten aktiivisuuksien selvittäminen.

Kyselylomake postitettiin kaikille niille turvallisuustietojen haltijoille (yhteensä 30 kpl), jotka lupatietojen mukaan tekivät isotooppitutkimuksia ja/tai antoivat isotooppihoitoja vuonna 2003. Jokaista tutkimus- ja hoitotyyppiä koskien tiedusteltiin käytettävää radioaktiivista lääkevalmistet-

ta, keskimääräistä aktiivisuutta ja tutkimusten lukumäärää. Aikuisille ja lapsille (alle 16 vuotta) tehdyt tutkimukset pyydettiin ilmoittamaan erikseen. Myös tieteelliset tutkimukset niin terveille vapaaehtoisille kuin myös potilaille pyydettiin ilmoittamaan erikseen.

Selvityksen mukaan vuonna 2003 Suomessa tehtiin 45 120 isotooppitutkimusta, joista noin 3 000 oli lasten tutkimuksia. Aikuisille tehdyistä tutkimuksista noin 1 500 oli tieteellisiä tutkimuksia. Isotooppihoitojen lukumäärä oli 2 304. Isotooppitutkimusten määrä 1 000 asukasta kohti oli 8,6 ja isotooppihoitojen 0,44. Vuonna 2000 vastaavat luvut olivat 8,8 ja 0,39.

Vuonna 2003 isotooppitutkimuksista potilaille aiheutunut kollektiivinen efektiivinen annos oli 168 manSv ja tästä aiheutunut keskimääräinen efektiivinen annos kansalaista kohti 0,03 mSv. Keskimääräinen efektiivinen annos isotooppitutkimusta kohti oli 3,7 mSv. Vuonna 2000 vastaavasti kollektiivinen efektiivinen annos oli 172 manSv, siitä aiheutunut keskimääräinen efektiivinen annos kansalaista kohti 0,03 mSv ja keskimääräinen efektiivinen annos tutkimusta kohti 3,8 mSv. Säteilyannokset on laskettu käyttäen pääasiassa ICRP:n julkaisussa 80 annettuja muuntokertoimia.

Isotooppitutkimusten vertailutasot

STUKin tutkimuksen tuloksena saatuja eri isotooppitutkimuksissa vuonna 2003 keskimäärin käytettyjä aktiivisuuksia (eri sairaaloiden ilmoittamien eri tutkimuksissa käytettyjen keskimääräisten aktiivisuuksien tutkimusten lukumäärän suhteen painotettuja keskiarvoja) tullaan käyttämään hyväksi isotooppitutkimusten vertailutasoja päivitettäessä. Vuonna 2003 isotooppitutkimuksissa keskimäärin käytetty aktiivisuus ylitti vertailutason noin 20 %:ssa niistä tutkimuksista, joille STUK on vuonna 2000 antanut vertailutason. Kahdessa tutkimuksessa vertailutaso ylittyy 8 %:lla. Vastaavasti noin 80 %:ssa tutkimuksista keskimäärin käytetty aktiivisuus alitti vertailutason. Vertailutason alitukset vaihtelevat välillä 2,5–39 %. Lisäksi joillekin uusille tutkimuksille voi olla tarpeen antaa vertailutaso.

Taulukko I. Turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollossa vuoden 2004 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentutkimus	444
Hammasröntgentutkimus *)	11
Eläinröntgentutkimus	192
Avolähteiden käyttö	44
Umpilähteiden käyttö	22
Sädehoito	13
Muu säteilyn käyttö	21
*) Lupa myönnetty hammasröntgenlaitteille, joita kuitenkin käytetään pääosin muuhun kuin hammasröntgen-toimintaan.	

Taulukko II. Terveydenhuollossa ja eläinröntgentoiminnassa käytössä olleiden säteilylaitteiden ja radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2004 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*)	1 566
Röntgenputket	1 765
• mammografia (ei seulonta)	97
• seulontamammografia	100
• tietokonetomografia	74
• angiografia (ei DSA)	21
• digitaalinen subtraktioangiografia (DSA)	88
• luun mineraalipitoisuuden mittausta	80
Hammasröntgenlaitteet	5 147
• tavanomaiset hammasröntgenlaitteet	4 533
• panoraamaröntgenlaitteet	614
Sädehoidon laitteet	88
• kiihdyttimet	30
• jälkilataushoitolaitteet	12
• röntgenhoitolaitteet tai -kuvauslaitteet	20
• hoitolaitteen simulaattorit	8
• BNCT-laite	1
• muut laitteet	17
Radioaktiivisia aineita sisältävät laitteet	99
• verensäteilytyslaitteet	7
• kalibrointilähteet ja muut laitteet	92
Eläinröntgenlaitteet	223
Radionuklidilaboratoriot	71
• B-tyypin laboratoriot	18
• C-tyypin laboratoriot	51
• muut laboratoriot	2
*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

2.3 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

Turvallisuusluvut

Vuonna 2004 myönnettiin teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöön 33 uutta turvallisuuslupaa. Luvan muutoshakemuksia käsiteltiin 194 kappaletta. Näistä 79 hakemusta koski vastaavan johtajan vaihtumista ja 115 hakemusta toiminnassa tapahtunutta muutosta, kuten uuden laitteen käyttöönottoa tai käyttöpaikan vaihdosta. Lisäksi tehtiin 114 päätöstä, joilla esimerkiksi lupa tai osa siitä lakkautettiin toiminnan tai säteilylähteen käytön loppumisen johdosta.

Vuoden 2004 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä voimassa 1 093 turvallisuuslupaa. Taulukossa III on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Säteilylaitteet ja -lähteet

Taulukossa IV on esitetty tietoja turvallisuusluparekisterissä vuoden 2004 lopussa olleista teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilylaitteista ja -lähteistä sekä radionuklidilaboratorioista. Rekisteriin oli merkittynä 7 066 säteilylaitetta ja 176 radionuklidilaboratoriota. Edelliseen vuoteen verrattuna sekä säteilylaitteiden että radionuklidilaboratorioiden lukumäärät pysyivät lähes samoina. Suurin osa laitteista oli teollisuudessa käytettäviä, umpilähteen sisältäviä laitteita. Alle vapaarajan olevia pienlähteitä (esimerkiksi laboratorioissa käytettäviä kalibrointilähteitä) ja maa-hantuojen varastoissa olevia säteilylähteitä ei rekisteröidä lähdekohtaisesti.

Taulukossa V on esitetty tietoja umpilähteistä ja niissä käytettävistä radionuklideista.

HASS-selvitys

EU:n niin sanottu HASS-direktiivi (2003/122/Euratom) korkea-aktiivisista umpilähteistä (HASS = High Activity Sealed Sources) hyväksyttiin joulukuussa 2003. Direktiivin täytäntöönpanemiseksi tarvittavien säteilylainsäädännön muutosten valmistelun pohjaksi STUK teki vuonna 2004 selvityksen direktiivin mukaisten säteilylähteiden määrästä ja laadusta Suomessa sekä toiminnan harjoittajien suunnitelmista lähteiden käytön päättyessä (direktiivi edellyttää, että sitova suunnitelma on

oltava). Selvitys osoitti, että korkea-aktiivisia umpilähteitä on Suomessa yhteensä 117 kpl ja ne ovat 62:n eri toiminnan harjoittajan hallussa (tilanne huhtikuussa 2004). Lukumääräisesti yleisimpiä ovat ^{137}Cs (62 kpl), ^{60}Co (21 kpl) ja ^{192}Ir (17 kpl) -lähteet. Edellä mainituille nuklideille HASS-direktiivissä määrätty korkean aktiivisuuden rajat ovat 20 GBq (^{137}Cs), 4 GBq (^{60}Co) ja 10 GBq (^{192}Ir). Lähteiden yleisin käyttösovellus on teollisuuden radiometrinen mittalaite (60 kpl); muita käyttötapoja ovat muun muassa teollisuuskuvaukset (15 kpl), gammasäteilytin (13 kpl) ja sädehoito (13 kpl). Lähteitä käytetään myös säteilymittarien kalibrointiin (6 kpl) sekä tutkimukseen (9 kpl).

Lähteiden käyttäjien suunnitelmat lähteille niiden käytön päätyttyä olivat:

- palautus valmistajalle (46 kpl).
- toimitus kansalliseen pienjätevarastoon (20 kpl).
- ei vielä suunnitelmaa tai suunnitelma ei tiedossa (51 kpl). Näidenkin käyttäjien on esitettävä suunnitelma direktiivin mukaisten säädösten tullessa Suomessa voimaan (direktiivin asettama takaraja on vuoden 2007 loppuun mennessä).

2.4 Säteilyn käytön tarkastukset

Säteilyn käyttöpaikoille tehtävillä tarkastuksilla STUK valvoo, että säteilylainsäädäntöä ja turvallisuusluvuissa mainittuja ehtoja noudatetaan ja että toimintaa muutoinkin harjoitetaan turvallisesti ja hyväksyttävällä tavalla.

Tarkastuksissa varmistetaan muun muassa, että

- laitteet ja toiminta täyttävät niitä koskevat vaatimukset
- säteilysuojukset sekä laadunvarmistus- ja turvallisuusjärjestelyt ovat riittävät
- asetettuja enimmäis- tai toimenpidearvoja ei ylitetä
- työntekijöiden säteilyaltistuksen seuranta ja terveystarkkailu on järjestetty ohjeiden mukaisesti
- radioaktiivisista aineista ja jätteistä huolehditaan asianmukaisesti
- käyttäjillä on riittävä koulutus ja pätevyys ja riittävät ohjeet säteilylähteiden käyttöä varten ja onnettomuustilanteiden varalta.

Jokaisesta tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja.

Säteilylähteet ja niiden käyttö tarkastetaan ensimmäisen kerran yleensä toiminnan alkaessa. Sen jälkeen tehdään määräaikaistarkastuksia toiminnan laadun mukaan 2–5 (± 1) vuoden välein. Uusintatarkastuksista mainitaan tarvittaessa pöytäkirjassa.

Vuonna 2004 tehtiin säteilyn käyttöpaikoille 438 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta ja 38 ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastusta. Tarkastusten lukumäärät tarkastuksen tyypin perusteella eriteltyinä on esitetty taulukossa VI. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset toiminnan tyypin mukaan eriteltyinä on esitetty taulukossa VII.

Terveydenhuollon tarkastusten osalta on tarkastusväleistä poikettu ainoastaan röntgentoiminnassa, jossa tarkastusväli on ollut tavoitteellista väliä suurempi 28 luvanhaltijalla. Näistä 11 on suullisesti ilmoittanut lopettavansa toimintansa vuoden sisällä. Vaativan röntgentoiminnan, kuten tietokonetomografian ja angiografian osalta

tarkastuksista 95 % on tehty asetettujen määräaikojen sisällä. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä 18 tapauksessa tarkastusväli on ollut tavoiteväliä suurempi eikä noin 30 %:a toiminnoista ole tarkastettu kertaakaan. Viimeksi mainituista 24 on uusia toimintoja, joille turvallisuuslupa myönnettiin vasta vuonna 2004. Loput ovat enimmäkseen pienimuotoista säteilyn käyttöä, jonka tarkastamista ei turvallisuusmielessä ole priorisoitu korkealle.

Viidelle turvallisuusluvan alaiseen toimintaan käytettävälle laitteelle asetettiin käyttörajoitus. Turvallisuusluvan alaisessa toiminnassa annettiin korjausmääräyksiä 128 tarkastuksessa ja korjaussuosituksia 80 tarkastuksessa. Ilmoitusvelvollisuuden alaisessa hammasröntgentoiminnassa annettiin korjausmääräyksiä 22 tarkastuksessa ja korjaussuosituksia 5 tarkastuksessa. Huomautettavaa ei ollut 218:ssä turvallisuusluvan alaisessa tarkastuksessa eikä 11:ssä ilmoitusvelvollisuuden alaisessa hammasröntgentoiminnan tarkastuksessa.

Taulukko III. Turvallisuusluvuissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2004 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö (muu kuin gammaradiografia)	633
Avolähteiden käyttö	139
Tuonti, vienti ja kauppa	143
Asennus, koekäyttö ja huolto	135
Röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia)	173
Röntgenradiografia	75
Gammaradiografia	7
Radioaktiivisten aineiden valmistus	5
Muu säteilyn käyttö	45

Taulukko IV. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilylaitteiden ja -lähteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2004 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet <ul style="list-style-type: none"> • pintakytkimet • pinnankorkeusmittarit • tiheysmittarit • pintapainomittarit • kuljetinvaa'at • kosteus- ja tiiveysmittarit • fluoresenssianalysointilaitteet • paksumittarit • radiografialaitteet • muut laitteet 	6 225 <ul style="list-style-type: none"> 2 323 1 056 996 567 527 137 129 76 24 390
Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet <ul style="list-style-type: none"> • radiografialaitteet • läpivalaisulaitteet • diffraktio- ja fluoresenssianalysointilaitteet • paksumittarit • tuhkamittarit • hiukkaskiihdyttimet • muut röntgenlaitteet • muut analyysilaitteet 	841 <ul style="list-style-type: none"> 316 257 178 36 18 15 2 19
Radionuklidilaboratoriot <ul style="list-style-type: none"> • A-tyypin laboratoriot • B-tyypin laboratoriot • C-tyypin laboratoriot • muut laboratoriot 	176 <ul style="list-style-type: none"> 2 33 124 17

Taulukko V. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen umpilähteissä yleisimmin käytössä olevat radionuklidit sekä lähteiden lukumäärät ja aktiivisuudet vuoden 2004 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)	Kokonaisaktiivisuus ^{*)} (GBq)
Aktiivisuus < 400 GBq		
Cs-137	3 835	10 240
Co-60	1 487	1 254
Kr-85	403	5 048
Am-241 (gammalähteet)	348	2 469
Pm-147	178	4 740
Fe-55	151	420
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	126	1 086
Sr-90	65	195
Cd-109	64	38
Cm-244	26	124
Aktiivisuus > 400 GBq		
Cs-137	29	670 020
Ir-192	12	50 240
Co-60	7	114 430 ^{**)}
H-3	1	3 700
^{*)} Käyttöönottaessa ilmoitettujen nimellisaktiivisuuksien summa. Lyhytikäisille radionuklideille (esimerkiksi Ir-192) käytössä oleva aktiivisuus on huomattavasti pienempi kuin nimellisaktiivisuus. ^{**)} Aktiivisuus 31.12.2004.		

Taulukko VI. Säteilyn käytön tarkastukset vuonna 2004.

Tarkastuksen tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)		
	Teollisuus, tutkimus, opetus, kauppa, asennus, huolto	Terveystarkastus	
		Turvallisuusluvan alainen toiminta	Ilmoitusvelvollisuuden alainen hammasröntgentoiminta
Käyttöönottotarkastus	19	140	0
Määräaikaistarkastus	110	155	5
Uusintatarkastus	0	3	0
Muu tarkastus tai mittaus	6	5	33
Tarkastuksia yhteensä	135	303	38

Taulukko VII. Turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastukset vuonna 2004.

Toiminnan tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	
• röntgentoiminta	214
• hammasröntgentoiminta	5
• eläinröntgentoiminta	24
• isotooppitoiminta	15
• sädehoito	40
• muu säteilyn käyttö	5
Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa, asennus ja huolto	
• umpilähteiden käyttö (muu kuin radiografia)	82
• avolähteiden käyttö	13
• kauppa ja huolto	3
• röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia)	22
• gamma- ja röntgenradiografia	13
• muu säteilyn käyttö	2
Tarkastuksia yhteensä	438

2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

STUK kokoaa vuosittain radioaktiivisten aineiden maahantuojilta ja valmistajilta valvontaa varten tiedot radioaktiivisten aineiden kaupasta ja valmistuksesta. EU:n sisältä Suomeen tuoduista radioaktiivisista aineista saadaan tiedot myös suoraan lähettäjiltä neuvoston asetuksen (Euratom) N:o 1493/93 nojalla^{*)}. Tiedot vuonna 2004 maahan tuoduista, maassa valmistetuista ja maasta viedyistä radionuklideista on esitetty taulukoissa VIII–X. Taulukoiden luvut perustuvat tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuuslupan haltijoilta kerättyihin tietoihin. Tuonti- ja vientitilastoissa eivät ole mukana toiminnan harjoittajien EU:n sisältä omaan käyttöön ja omasta käytöstä tuodut ja viedyt radioaktiiviset aineet. Tilastot eivät myöskään sisällä radioaktiivisia aineita, joita on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.

Maahan tuotujen umpilähteiden lukumäärä oli 6 272 ja maasta vietyjen umpilähteiden lukumäärä

5 999 (taulukko VIII). Umpilähteitä käytetään pääasiassa teollisuuden mittaus- ja tutkimuslaitteissa. Gadoliniumin ja jodin isotooppeja ¹⁵³Gd ja ¹²⁵I käytetään terveydenhuollossa ja tritiumia (³H) suuntimalaitteissa.

Taulukossa VIII eivät ole mukana amerikiumia (²⁴¹Am) sisältävät palovaroittimet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan yhteensä 328 000 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 11 GBq.

Maahan tuotujen avolähteiden kokonaisaktiivisuus oli 59 280 GBq ja maasta vietyjen avolähteiden kokonaisaktiivisuus 14 788 GBq (taulukko IX). Avolähteitä käytetään terveydenhuollon isotooppitutkimuksissa ja -hoidoissa sekä teollisuuden ja tutkimuksen merkkiainekokeissa.

Vuonna 2004 Suomessa valmistettiin avolähteinä käytettäviä lyhytikäisiä radioaktiivisia aineita yhteensä 45 496 GBq (taulukko X). Hiukkaskiihdyttimillä valmistettavia lyhytikäisiä isotooppeja käytetään pääasiassa lääkeaineiden leimaamiseen.

^{*)} EU:n jäsenmaiden välisestä radioaktiivisten aineiden tuonnista, viennistä ja kauttakuljetuksesta käytetään termiä ”radioaktiivisten aineiden siirto”. Tässä luvussa on käytetty ”tuonti”- ja ”vienti”-termejä riippumatta radioaktiivisen aineen lähtö- tai määrämaasta.

Taulukko VIII. Umpilähteiden tuonti ja vienti vuonna 2004.

Radionuklidi	Tuonti		Vienti	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	58 565	20	5 848	23
H-3	9 257	4 200	7 099	4 900
Pm-147	615	76	115	28
Kr-85	977	94	858	60
Fe-55	159	58	116	53
Cs-137	115	89	37	48
Gd-153	29	36	2	26
Cd-109	27	55	29	58
Am-241	23	32	4	763
Ni-63	8	18	1	2
Am-241 ^{*)}	7	5	- ^{**)}	-
Co-60	6	7	-	-
Po-210	6	23	-	-
muut yhteensä ^{***)}	24	1 559	2	38
Yhteensä	69 818	6 272	14 111	5 999

^{*)} AmBe-neutronilähteet.
<sup>**) Merkitä ”-” tarkoittaa, ettei tuontia/vientiä ole ollut.
^{***)} Tuonti, nuklidit: Cm-244, Co-57, Ge-68, I-125, Na-22, Pb-210, Sr-90 ja Y-88.
Vienti, nuklidit: Eu-152 ja Ge-68.</sup>

Taulukko IX. Avolähteiden tuonti ja vienti vuonna 2004.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)	
	Tuonti	Vienti
Mo-99	51 350	13 131
I-131	6 728	1 532
Sm-153	270	44
Br-82	236	- ^{*)}
P-32	137	-
Tl-201	115	-
I-125	77	4
I-123	74	53
H-3	72	< 1
Ho-166	60	3
Y-90	54	-
S-35	51	-
In-111	27	-
F-18	-	20
muut yhteensä ^{**))}	29	1
Yhteensä	59 280	14 788

<sup>*) Merkitä ”-” tarkoittaa, ettei tuonti/vientiä ole ollut.
<sup>**) Tuonti, nuklidit: C-14, Ca-45, Co-57, Cr-51, Eu-152, Fe-55, Fe-59, Ga-67, Ge-68, I-125, I-129, Na-22, P-33, Po-208, Pb-86, Re-186, Sb-125, Se-75, Sr-85 ja Sr-89.
Vienti, nuklidit: C-14 ja I-129.</sup></sup>

Taulukko X. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus vuonna 2004.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
O-15	22 400
C-11	9 658
F-18	8 468
I-123	3 350
Br-182	1 554
La-140	55
Na-24	11
muut yhteensä ^{*)}	< 1
Yhteensä	45 496
^{*)} Nuklidit: Au-198, Cd-109, Cu-64 ja Sm-153.	

2.6 Annostarkkailu

Yleistä

STUKin ylläpitämään annosrekisteriin tallennetaan annostarkkailussa (henkilökohtainen säteilyaltistuksen seuranta) olevien työntekijöiden altistustiedot. Työntekijöiden henkilökohtaisia annoksia määrittävät hyväksytyt annosmittauspalvelut. Vuonna 2004 rekisteriin toimittivat tietoja ydinvoimalaitokset ja Doseco Oy, joka ylläpitää myös Olkiluodon ydinvoimalaitoksen annosmittauspalvelua, STUKin mittauspalvelut sisäisen säteilyn ja kromosomianalyysien osalta sekä lentoyhtiöistä Finnair Oyj ja Oy Air Finland Ltd. Rekisteriin tallennetaan tietoja myös ulkomailla työskennelleiden henkilöiden säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjoista ja Ruotsin annosrekisteristä saaduista raporteista.

Työntekijöille ulkoisesta säteilystä aiheutuneet annokset mitataan henkilökohtaisilla annosmittareilla. Mittaustulokset ilmoitetaan suureina syväannos $H_p(10)$ ja pinta-annos $H_p(0,07)$, jotka ovat (useimmiten) efektiivisen annoksen ja ihon ekvivalenttiannoksen riittävän tarkkoja likiarvoja. Jos syväannos tai pinta-annos on suuri, selvitetään altistustilanne ja arvioidaan henkilön efektiivinen annos tai ihon ekvivalenttiannos. Mittaustulokset (syväannokset) eivät vastaa efektiivistä annosta käytettäessä henkilökohtaisia säteilysuojaimia (röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinröntgentoiminnassa), jolloin syväannoksesta saadaan efektiivinen annos jakamalla se luvulla 10–60. Annosmittari sijoitetaan lyijyesiliinan pääl-

le, jotta annosmittarin mittaustulos kuvaisi myös suojaamattomien kehon osien altistusta.

Työntekijöille sisäisestä säteilystä aiheutuneet annokset määritetään eritenäytteistä tai kokokehomittauslaitteistolla tehdyistä kehon aktiivisuusmittauksista. Mitatusta aktiivisuudesta lasketaan työntekijän efektiivinen annos, joka tallennetaan annosrekisteriin.

Syväannosten kirjauskynnys (arvo, jota pienemmät annokset kirjataan nollana) on ydinvoimalaitoksissa työskenteleville 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittausjakson pituudesta riippuen. Pinta-annoksen kirjauskynnys on vastaavasti joko 2 mSv/kk tai 6 mSv/3 kk.

EU:n alueelle säteilytyöhön lähtevät, säteilytyöluokkaan A kuuluvat työntekijät tarvitsevat säteilypassin. Säteilypassi koostuu STUKista tilattavasta säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjasta (ote annosrekisteristä) ja terveystarkkailusta vastaavan lääkärin kirjoittamasta todistuksesta. Seuranta-asiakirja on esitettävä ulkomaiselle toiminnan harjoittajalle, joka merkitsee siihen säteilytyön kestoa, säteilyaltistusta ja mahdollista terveystarkastusta koskevat tiedot. Kun työskentely ulkomailla on päättynyt, asiakirja palautetaan STUKiin tietojen annosrekisteriin tallentamista varten.

Annostarkkailu vuonna 2004

Annostarkkailussa oli 11 082 työntekijää 1 153:ssa eri työpaikassa. Annoskirjauksia tehtiin yhteensä noin 135 000 kappaletta. Säteilytyötä tekevien työntekijöiden työsuhteista 35 % on kirjattu sä-

teilytyöluokkaan A ja 65 % säteilytyöluokkaan B. Annostarkkailussa oli myös muutamia henkilöitä, joita ei ollut luokiteltu säteilytyötä tekviksi työntekijöiksi.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 50 mSv. Viiden vuoden annosrajasta (100 mSv) laskettu vuosikeskiarvo 20 mSv sen sijaan ylittyi yhdellä henkilöllä normaalista poikkeavan tapahtuman seurauksena (ks. kohta 2.8, tapahtuma 1). Kenenkään työntekijän käsien annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 500 mSv. Säteilyn käytössä kokonaisannos oli 2 % pienempi ja ydinenergian käytössä 75 % suurempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannokset vaihtelevat vuosittain huomattavasti riippuen vuosihuoltojen pituudesta ja tehävistä huoltotoista.

Teollisuudessa suurin efektiivinen annos oli teollisuuskuvaajan annos 25,9 mSv (ks. edellä). Yleensä suurimmat säteilyannokset teollisuudessa aiheutuvat avolähteiden ja teollisuudessa käytettävien röntgenlaitteiden käytöstä. Osa teollisuuden toimialalla työskentelevistä teollisuuskuvaajista työskentelee myös ydinvoimalaitoksilla. Ydinvoimalaitoksilla heille aiheutuneet säteilyannokset lasketaan mukaan aineenkoetuksessa työskentelevien annokseen (ks. taulukko XIII).

Terveys- ja eläinlääkärinhuollossa suurin röntgensäteilystä aiheutunut syväannos 31,7 mSv kirjattiin toimenpideradiologille. Tämä vastaa noin 0,5–3,2 mSv:n efektiivistä annosta. Terveys- ja eläinlääkärinhuollossa käytetään röntgenlaitteiden lisäksi myös muita säteilylähteitä, joiden käyttäjiltä mitatut syväannokset ovat efektiivisen annoksen likiarvoja. Suurin muusta kuin röntgensäteilystä aiheutunut annos terveys- ja eläinlääkärinhuollossa oli 2,8 mSv.

Eläinröntgentoiminnassa suurin syväannos oli 7,0 mSv ja se mitattiin eläinlääkäriltä. Annos vastaa 0,1–0,7 mSv:n efektiivistä annosta. Eläinröntgentoiminnassa ainoastaan muutama (2–6) henkilö vuosittain käyttää röntgenlaitteiden ohella muitakin säteilylähteitä (avolähteitä). Näiden avolähteiden käyttäjien suurin efektiivinen annos vuonna 2004 oli 0,1 mSv.

Tutkimuksen ja opetuksen toimialalla suurin efektiivinen annos oli 18,8 mSv, ja se kirjattiin avolähteitä käyttäneelle henkilölle. Tutkimustyössä aiheutuneesta kokonaisannoksesta suurin osa jakautuu vain muutaman henkilön kesken. Muille henkilöille aiheutuneet annokset ovat vähäisiä

tai alle kirjauskynnyksen. Suurin sormiannos 337,1 mSv kirjattiin avolähteitä käyttäneelle tutkijalle.

Suomalaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevien työntekijöiden kokonaisannos oli 4,0 Sv (efektiivisten annosten summa). Tästä 3,3 Sv kirjattiin ulkopuolisille työntekijöille ja 0,7 Sv voimalaitosten omille, vakituisille työntekijöille. Suomen ydinvoimalaitoksilla työskenteli annostarkkailussa olleita vakituisia työntekijöitä 940 henkilöä, joista 462:llä oli kirjauskynnyksen ylittävä annos. Ulkopuolisia työntekijöitä oli 2 125, joista 1 298:lla oli kirjauskynnyksen ylittävä annos. Suurin syväannos 16,9 mSv aiheutui sähkö- ja instrumenttitoista tehneelle henkilölle.

Sisäisestä säteilyaltistuksesta aiheutuvia, kirjauskynnyksen (0,1 mSv) ylittäviä efektiivisiä annoksia oli 12 ydinvoimalaitostyöntekijällä sekä yhdellä teollisuuden ja neljällä tutkimuksen alalla työskentelevällä. Näiden työntekijöiden sisäisestä altistuksesta aiheutuva yhteenlaskettu annos oli 3,7 mSv. Lisäksi yhdelle teollisuuden alalla työskennelleelle aiheutui yli kirjauskynnyksen (2 mSv) oleva kilpirauhasannos 5,2 mSv. Normaalista poikkeavan tapahtuman vuoksi kromosomianalyysijä tehtiin kahdelle teollisuudessa työskentelevälle henkilölle. Näissä mittauksissa ei ilmennyt yli analyysin havaitsemiskynnyksen, noin 100 mSv, olevia annoksia.

Annosrekisteristä luovutettiin 32 säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjaa vuoden 2004 aikana. Työntekijöiden annosmittauksiin liittyviä selvityksiä tehtiin 44 kappaletta.

Annostarkkailussa havaittavat trendit

Annostarkkailussa olevien henkilöiden määrä säteilyn käytössä on kokonaisuudessaan tasaisesti vähentynyt viime vuosien aikana. Erityisesti tämä on havaittavissa tutkimuksen alueella, mutta myös teollisuuden toimialalla. Sen sijaan röntgensäteilyä terveys- ja eläinlääkärinhuollossa ja eläinröntgentoiminnassa käyttävien kohdalla kehitys on ollut päinvastainen.

Kokonaisannoksissa ei ole ollut havaittavissa vastaavanlaista kehitystä. Kokonaisannokset ovat pysyneet kokolailla samansuuruisina pieniä poikkeamia lukuun ottamatta. Ainoastaan terveys- ja eläinlääkärinhuollossa röntgensäteilyn käytössä kokonaisannos on pienentynyt. Tähän on syynä kaikkein suurimpien annosten selkeä pieneneminen.

Tilastotietoa

Annostarkkailussa vuonna 2004 olleiden työntekijöiden lukumäärät esitetään taulukossa XI ja työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimialoittain taulukossa XII. Taulukoissa on vertailun vuoksi esitetty vastaavat tiedot myös vuosilta 2000–2003. Taulukossa XIII on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2004.

2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUKin ylläpitämään radioaktiivisten jätteiden kansalliseen pienjätevarastoon on kuljetettu vuoden 2004 loppuun mennessä 184 jätepakkausta. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden aktiivisuus tai massa on esitetty taulukossa XIV.

Ennen jätteiden toimittamista pienjätevarastoon ne kuljetetaan välivarastoon, joka sijaitsee STUKin Roihupellon toimitilojen yhteydessä. Vuonna 2004 STUKin välivarastoon otettiin vastaan 59 pienjätelähetystä, joissa oli yhteensä 160 kolliä. Taulukossa XV on esitetty STUKiin vuonna 2004 toimitettujen jätteiden aktiivisuus tai massa.

Taulukko XI. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät vuosina 2000–2004.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain						
	Terveystenhuolto		Eläin-röntgen-toiminta	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydin-energian käyttö ^{*)}	Yhteensä ^{**)}
	Röntgen-säteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat					
2000	4 530	954	292	1 032	1 255	2 826	10 757
2001	4 576	919	288	1 128	1 362	2 753	10 899
2002	4 697	891	296	1 180	1 209	3 055	11 190
2003	4 741	906	305	1 114	1 109	2 862	10 901
2004	4 759	915	328	1 070	1 025	3 124	11 082

^{*)} Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

^{**)} Tässä sarakeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin vastaavalla rivillä muissa sarakeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muulle säteilylle ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.

Taulukko XII. Toimialakohtaiset kokonaisannokset (syväannosten summat) vuosina 2000–2004.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)						
	Terveystenhuolto		Eläin-röntgen-toiminta	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydin-energian käyttö ^{*)}	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat					
2000	1,63	0,11	0,07	0,22	0,10	4,40	6,53
2001	1,68	0,11	0,06	0,22	0,10	2,58	4,75
2002	1,69	0,13	0,07	0,24	0,09	4,12	6,36
2003	1,55	0,12	0,07	0,20	0,09	2,38	4,41
2004	1,48	0,12	0,06	0,23	0,09	4,16	6,15

^{*)} Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

Taulukko XIII. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2004.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä (kpl)	Kokonais-annos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjaus-kynnyksen ^{*)} ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ^{**)}	167	0,56	4,3	3,4	28,2
Radiologit ^{**)}	574	0,41	2,3	0,7	26,4
Toimenpideradiologit ^{**)}	21	0,18	9,2	8,7	31,7
Kirurgit ^{**)}	229	0,09	2,4	0,4	16,6
Röntgenhoitajat ^{**)}	2 580	0,11	0,5	0,0	3,1
Teollisuuskuvaaajat	349	0,13	1,5	0,4	25,9
Tutkijat	769	0,04	1,2	0,0	3,7
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt	852	1,41	2,3	1,7	15,0
• siivous	188	0,50	4,1	2,7	14,9
• aineenkoestus	266	0,52	2,4	1,9	15,8
• eristetyöt	146	0,56	4,4	3,9	15,3
• säteilysuojelu	83	0,28	4,2	3,3	15,2
• käyttöhenkilökunta	238	0,11	0,9	0,5	6,6
^{*)} Kirjauskynnys ydinvoimalaitoksissa työskenteleville on 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittausjakson pituudesta riippuen. ^{**) Tässä taulukossa ilmoitetut annokset tarkoittavat mitattuja syväannoksia. Syväannokset on jaettava luvulla 10–60, jotta saataisiin selville efektiivinen annos silloin, kun työntekijä on altistunut röntgensäteilylle ja käyttänyt henkilökohtaisia säteilysuojaimia. Muut taulukossa ilmoitetut työntekijäryhmät eivät yleensä käytä suojaimia, joten heillä syväannos on hyvä arvio efektiivisestä annoksesta.}					

Taulukko XIV. Merkittävimmät radioaktiiviset pienjätteet Olkiluodon varastossa (joulukuu 2004).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	17 502
Co-60	227
Kr-85	1 312
Sr-90	268
Cs-137	2 273
Ra-226	231
U-238	687 kg
Pu-238	1 634
Am-241	1 196
Cm-244	80

Taulukko XV. STUKiin vuonna 2004 vastaanotetut radioaktiiviset pienjätteet.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	17,9
Co-60	9,6
Ni-63	0,7
Kr-85	181
Sr-90	129
Cs-137	164
Pm-147	63
Ra-226	1,0
U-238	240 kg
Am-241	211

2.8 Poikkeavat tapahtumat

Vuonna 2004 sattui 17 tapausta, joihin liittyi tai joihin epäiltiin liittyvän normaalista poikkeava tapahtuma tai tilanne ionisoivan säteilyn käytössä. Tapauksista 6 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa sekä 11 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa.

Jäljempänä olevissa tapauselostuksissa on esitetty poikkeavat tapahtumat ja niiden syyt sekä toimenpiteet, joihin kunkin tapahtuman johdosta on ryhdytty.

Tapahtuma 1

Kaksi teollisuuden radiografiakuvaajaa altistui säteilylle, koska kuvauksessa käytetty säteilylähde ei kuvauksen jälkeen palautunut suoja säiliöönnsä säiliön lukitusmekanismissa olleen vian vuoksi. Kuvaajilla oli vaaratilanteita varten käytössään hälyttävät säteilymittarit, mutta he eivät kuulleet hälytystä heti, sillä työpaikka oli meluisa ja he käyttivät kuulosuojaimia. Kuvaajien säteilyannokset olivat 11 ja 18 mSv. Työntekijöiden vuosiannosraja 50 mSv ei näin ollen ylittynyt, mutta poikkeavan tapahtuman lisäksi muussa työssä saatujen annosten vuoksi toisen kuvaajan vuosiannos ylitti viiden vuoden annosrajasta (100 Sv) lasketun keskiarvon 20 mSv (ks. kohta 2.6).

STUK luokitteli tapauksen luokkaan 1 kansainvälisellä 7-portaisella INES-asteikolla (International Nuclear Event Scale). STUK teki tapahtumasta ilmoituksen myös IAEA:lle, koska kuvauslaitteessa oleva mahdollinen vika voi toistua myös muissa vastaavissa laitteissa.

Viallinen laite poistettiin käytöstä.

Tapahtuma 2

Teollisuuden radiografiakuvaaja oli asentamassa kuvattavaan kohteeseen filmiä, kun hän altistui kohteen läpi tulevalle röntgensäteilylle. Kuvaajan hälyttävä säteilymittari antoi hälytyksen ja kuvaaja poistui alueelta välittömästi. Toinen kuvaaja oli aloittanut erehdyksessä kuvauksen liian aikaisin huomioimatta työparinsa olinpaikkaa. Kuvaajalle aiheutunut annos oli 6 µSv.

Toiminnan harjoittaja muistutti työntekijää huomioimaan työparinsa liikkeitä ja sijaintia.

Tapahtuma 3

Hitsausseamujen kuvaukseen käytettävää röntgenputkea lämmitettiin teollisuuslaitoksessa kuvausta varten. Röntgenlaitteen säteilyaukko oli suojattu lyijytulpalla, mutta kuvaajat eivät ottaneet huomioon röntgenputkesta taaksepäin tulevaa vuotosäteilyä. Lähellä olleen teollisuuslaitoksen oman säteilyvalvojan säteilymittari hälytti. Vuotosäteilyn annosnopeudeksi mitattiin 10–15 mSv·h⁻¹. Kummallekin kuvaajalle aiheutui noin 80 µSv:n annos.

STUK kehotti kuvauksesta vastaavaa toiminnan harjoittajaa huolehtimaan, että valvonta on riittävä myös röntgenputken esilämmityksen aikana.

Tapahtuma 4

Paperikoneen remontin yhteydessä katosi virtausmittarin ¹³⁷Cs-säteilylähde, jonka aktiivisuus on

74 MBq. Kukaan laitteiden purkajista ei huomannut säteilylähteen varoitusmerkkiä. Säteilylähde oli kulkeutunut muun purkuromun mukana välivarastointiin tehtaan romukentälle, josta romut vietiin edelleen romuttamon varastoalueelle. Säteilylähdetä etsittiin romuttamolta, mutta sitä ei löytynyt. Romuttamoa informoitiin asiasta ja heille annettiin tarkka kuvaus laitteesta. Romuttamo seuraa jatkuvasti lähtevää materiaalia.

Tapahtuma 5

Toiminnan harjoittajalta katosi fluoresenssianalysaattorista ²⁴⁴Cm-säteilylähde, jonka aktiivisuus on 2 220 MBq. Toiminnan harjoittaja epäili, että laite on romutettu muun elektroniikkaromun mukana.

STUK pyysi toiminnan harjoittajaa selvittämään hävitysreitit. Toiminnan harjoittaja jakoi vastuuhenkilöille työturvallisuustiedotteen säteilylähteen poistamisesta.

Tapahtuma 6

Suomesta lähetettiin viallinen teollisuuden radiografialaite tarkastettavaksi ja korjattavaksi Englantiin. Vastaanottaja havaitsi, että laitetta ei ollut huollettu säännöllisesti ja että siihen oli tehty valmistajan myöntämästä laitesertifikaatista poikkeavia korjauksia, jolloin laite ei enää täyttänyt sertifiointiehtoja. Kun ehdot eivät täyttyneet, niin myöskään laitteen hyväksyntä käytettäväksi radioaktiivisen aineen kuljetuspakkauksena ei ollut enää voimassa. Siten laitetta ei olisi saanut antaa kuljetettavaksi.

Tapauksen selvitys osoitti, että kuljetustapahtumaan ei liittynyt suoranaista turvallisuusriskiä, koska lähde oli lukittuna suoja-asennossaan kuljetuksen aikana. Puutteelliseen huoltoon syyksi osoittautui epäselvyys laitteen käyttäjän ja lähteen vaihdoista vastanneen yrityksen välisessä työnjaossa.

STUK määräsi laitetta käyttävän yrityksen pitämään kirjaa kaikista laitteisiin kohdistuvista tarkistuksista, huolloista ja korjauksista sekä määräsi kyseiset yritykset sopimaan keskinäisestä työnjaosta. Lisäksi kehoitettiin varmistamaan, että muiden käytössä olevien vastaavien laitteiden

osalta valmistajan antaman laitesertifikaatin vaatimukset täytetään.

Tapahtuma 7

Sädehoidossa potilaan kaularangassa olevia syövän etäpesäkkeitä hoidettiin lähes kaksinkertaisella kerta-annoksella suunniteltuun nähden. Normaalista yhden kentän hoidosta poiketen potilaalle suunniteltiin kaksi hoitokenttää, mutta hoitolaitteen monitoriyksiköt laskettiin yhden kentän hoidon mukaan. Monitoriysikkölaskenta tehtiin hoidon simuloinnissa tapahtuvan asettelun yhteydessä. Potilaan oli tarkoitus saada 10 hoitokertaa, mutta virheen tultua ilmi hoito lopetettiin seitsemän hoitokerran jälkeen.

Tapahtuma selvitettiin potilaalle. Hoitokäytäntöä muutettiin siten, että vastaavanlaiset kahden kentän hoidot tehdään vastaisuudessa ainoastaan tietokonetomografiakuvaukseen perustuvan annosuunnittelun kautta. Tapahtuma käsitellään myös sädehoitofyysikoiden neuvottelupäivillä vuonna 2005.

Tapahtuma 8

Sädehoidossa annettiin oireenmukaisena hoitona yliannos väärän kerta-annoksen vuoksi. Laskentaohjelmaan syötettiin viiden hoitokerran 2 Gy:n kerta-annoksen hoito virheellisesti siten, että hoitokertoja oli kaksi ja kerta-annos 5 Gy. Hoito toteutettiin näinollen 5 Gy:n annosta vastaavilla asetuksilla, mutta kerta-annokseksi hoitokorttiin merkittiin 2 Gy. Myöhemmin oli hoitomääräykseen vielä lisätty yksi hoitokerta. Potilas sai täten 12 Gy:n asemesta 30 Gy:n annoksen.

Annossuunnittelun tarkastuskäytäntöä muutettiin siten, että pienilläkin kerta-annoksilla laskelmat tarkastetaan nykyisen tarkastuksen lisäksi myös annossuunnittelussa. Tapahtuma käsitellään sädehoitofyysikoiden neuvottelupäivillä vuonna 2005.

Tapahtuma 9

Sädehoidossa potilaan kaularangan etäpesäkkeitä oli tarkoitus hoitaa antamalla viisi 4 Gy:n suuruisia kerta-annosta. Laskentavirheen johdosta kerta-annos oli kuitenkin 8 Gy. Virhe huomattiin hoitokorttien rutiinitarkastuksessa neljännen hoitokerran jälkeen. Näin ollen potilas sai 20 Gy:n asemesta 32 Gy:n annoksen. Virhe aiheutui las-

kentaohjelman käyttövirheestä, jossa kahden vastakkaisen kentän laskenta tehtiin yksittäiskentän laskentamenetelmällä.

Tapahtuma käytiin läpi siihen osallisten henkilöiden ja myös potilaan kanssa. Tapahtuma käsiteltiin myös sädehoitofyysikoiden neuvottelupäivillä vuonna 2004. Tarkastusprosessia muutettiin siten, että fyysikko tarkastaa hoitokortin ensimmäisen kerran ennen hoidon aloitusta.

Tapahtuma 10

Sädehoidossa potilas sai kipuhoidoja selkärangan alueelle useihin kohtiin. Vanhojen ja uusien merkien väärintulkinnasta johtuen hoitokenttä ja noin 10 % hoitoannoksesta meni osittain väärälle alueelle. Virhe havaittiin konekuvasta ja asia korjattiin seuraavaan hoitokertaan mennessä.

Menettelyä on muutettu siten, että hoitajilla on nyt käytössään hoitoa koskeva paperituloste sädehoitoa aloitettaessa.

Tapahtuma 11

Sädehoidossa ohjelmaversion päivityksessä oli suunnitteluohjelmistoon palautunut vanhentunut lukemataulukko. Tämän seurauksena 63 potilasta hoidettiin noin 4 % liian pienellä annoksella. Lukemavirhe havaittiin, kun erästä potilasta hoidettiin konerikon takia naapurikoneella. Virheellisesti hoidetuista potilaista 31:n hoito oli vielä kesken, joten heidän annoksensa voitiin tarkistaa ja täydentää. Sen sijaan 32 potilaan hoito oli jo päättynyt, joten annostäydennystä ei tehty. Näiden potilaiden hoitokorttiin on jatkoseurantaa varten tehty merkintä poikkeavasta hoidosta.

Hoitojen laadunvalvontakäytäntöä on muutettu siten, että ohjelmaversion päivityksen jälkeen annossuunnittelulaitteen ja hoitolaitteen annosten vastaavuus varmistetaan mittauksin.

Tapahtuma 12

Sisäinen sädehoito ^{192}Ir -lähteellä suunniteltiin virheellisesti ja ensimmäisellä hoitokerralla potilas sai noin viisinkertaisen annoksen. Virhe havaittiin ennen toista hoitokertaa ja hoito keskeytettiin, koska arvioitiin yhden suuren kerta-annoksen vastaavan biologisilta vaikutuksiltaan koko hoidon toleranssiannosta. Tapahtuman syynä oli lasken-

tavirhe muunnettaessa annossuunnittelujärjestelmälle ohjelmoidun lähdeaktiivisuuden aikoja hoitokoneen lähdeaktiivisuudelle. Senhetkistä hoitokoneen lähteen aktiivisuutta ei ollut ohjelmoitu annossuunnittelujärjestelmään.

Tapahtuman jälkeen hoitokoneen säteilylähteen aktiivisuus ohjelmoitiin annossuunnittelujärjestelmään. Lisäksi kiinnitettiin huomiota annossuunnitelmien riippumattomaan tarkastukseen.

Tapahtuma 13

Röntgenhoitaja oli tietokonetomografian kuvaushuoneessa laitteen lämmityskäytön aikana noin minuutin ajan. Röntgenhoitajan etäisyys kuvauslaitteen tunnelista oli noin 2 m. Hoitaja altistui laitteesta tulevalle sirontasäteilylle, mutta koska kuvattavana ei ollut potilasta, sironneen säteilyn määrä jäi hyvin vähäiseksi.

Tapahtuma käsitellään sädehoitofyysikoiden neuvottelupäivillä vuonna 2005.

Tapahtuma 14

Potilas, jolle oli tarkoitus tehdä luuston gammakuvaus, sai $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HDP:n sijasta 150 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA:ta. Tapahtuman syynä oli, ettei hoitaja tarkistanut ruiskun sisältöä vielä ennen injeksiota.

Potilaalle aiheutui tästä 1,8 mSv:n efektiivinen annos. Asiasta keskusteltiin tapahtumaan osallisena olleiden henkilöiden kesken.

Tapahtuma 15

Jodihoitoon tullut potilas ei pystynyt nielemään hoitokapselia (518 MBq). Kapseli oli potilaan suussa muutamia minuutteja ennen sen pois sylkemistä. Kapseli ei rikkoutunut eikä jodia roiskunut minnekään. Kapseli siirrettiin takaisin kuljetusastiaan.

Tapahtuma 16

Radiolääkkeiden käsittelykaapissa teknetiumgeneraattorin suojana oleva liikkuva lyijykansi ei sulkeutunut normaalisti. Hoitaja yritti korjata sen kohdalleen käsin, mutta käsi jäi puristuksiin painavan lyijykannen ja kaapin aukkoseinämän väliin. Kaapin valmistajan puhelimitse antamien ohjeiden avulla kansi saatiin avatuksi. Sormien annos jäi alle 500 μSv :n ja käden muiden osien

annos alle 10 μSv :n. Käden iho oli lievästi rikki, mutta kädessä ei todettu murtumia.

Tapahtumaa käsiteltiin kaapin valmistajan ja toimittajan kanssa. Laitteen mekaniikkaa parannettiin ja käyttöohjeisiin lisättiin varoituksia.

Tapahtuma 17

Kilpirauhasen liikatoiminnan hoitoon tullut potilas sai erehdyksessä toiselle potilaalle tarkoitettua ^{131}I -kapselin. Potilas sai hänelle määrätyn 185 MBq:n sijasta 370 MBq ^{131}I :tä. Erehdys havaittiin melko pian ja potilas tavoitettiin uudelleen parin tunnin kuluttua hoidon antamisesta. Hän sai noin kolmen tunnin kuluttua hoidosta 130 mg:n Jodix-tabletin.

Kilpirauhasen toiminnassa normaalisti noin 5–6 tunnin sisällä radioaktiivisen jodin saamisesta annettu inaktiivinen jodi vähentää radioaktiivisen jodin ottoa kilpirauhaseen noin 50 %:lla. Hypertyreoottisella potilaalla ^{131}I :n otto kilpirauhaseen voi kuitenkin olla nopeampaa. Parhaassa tapauksessa hoidon vaikutus oli lähellä tarkoitettua.

Hoitavalle lääkärille ilmoitettiin tapahtumasta välittömästi. Vastaava johtaja sai tiedon tapahtumasta vasta noin kahden kuukauden kuluttua ja STUK vasta kolmen kuukauden kuluttua. Vastaavan johtajan tapahtuman jälkeen järjestämässä palautetilaisuudessa käytiin läpi menettelyohjeet vastaavien tapahtumien välttämiseksi ja korostettiin ilmoitusmenettelyn nopeuttamista.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

3.1 Yleistä

Säteilylain 45 §:n mukaan toiminnan harjoittaja, joka käyttää luonnossa olevia maa-, kivi- tai muita aineksia elinkeinotoiminnassa, on velvollinen selvittämään toiminnasta aiheutuvan säteilyaltistuksen, jos ilmenee tai perustellusti epäillään, että toiminta on säteilytoimintaa. Sama velvollisuus on työnantajalla, jonka työtiloissa tai muussa työskentelypaikassa todetaan tai perustellusti epäillään, että luonnonsäteilystä kohdistuu ihmiseen säteilyaltistusta, joka aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

3.2 Radon

Radon työpaikoilla

Työpaikoilla suurimman luonnonsäteilyaltistuksen aiheuttaja on hengitysilman radon. STUKin valvontakohteita ovat maanalaiset kaivokset, louhintatyömaat ja muut maanalaiset työtilat samoin kuin muutkin työpaikat, joiden ilmassa on huomattavan suuri radonpitoisuus. Radonpitoisuuden toimenpidearvo säännöllisessä työssä on $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$.

Toiminnan harjoittaja on velvollinen ilmoittamaan työpaikalla tehdyn radonmittauksen tuloksen STUKille silloin, kun pitoisuus ylittää $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Vuoden 2004 aikana STUK sai ilmoituksen yhteensä 166:sta radonpurkkimittauksen tuloksesta sekä 46:sta jatkuvatoimisella mittalaitteella tehdystä työnaikaisen radonpitoisuuden selvityksestä. Ilmoitetuista mittauksista 85 koski työpisteessä mitattua radonpitoisuuden toimenpidearvon ylitystä, loput olivat aiemmin mitattuihin ylityksiin liittyviä lisäselvityksiä. STUKin valvonnassa oli vuoden aikana yhteensä 117 työpaikkaa ja näissä yhteensä 246 työpistettä.

Radonmittausten tulosten perusteella yrityksiin lähetettiin yhteensä 90 tarkastuspöytäkirjaa. Pöytäkirjoissa vaadittiin tehtäväksi radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys 45 työpis-

teessä ja mittaus toisena vuodenaikana vuosikeskiarvon määrittämiseksi 3 työpisteessä. Vaatimuksia ei asetettu 45 työpisteessä, joissa radonpitoisuus oli suurempi kuin $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, koska vuotuinen työaika näissä pisteissä oli normaalia lyhyempi. Tekemättä jätettyjen korjaustoimenpiteiden tai selvitysten takia työpaikoille lähetettiin yhteensä 54 kehotusta. Lisäksi yhdelle työpaikalle määrättiin työaikakirjanpito ja säännölliset radonmittaukset työntekijöiden altistuksen seuraamiseksi.

Onnistuneiden radonkorjausten perusteella valvonta lopetettiin vuoden aikana 55 työpisteessä. Lisäselvitysten (työnaikainen mittaus tai vuosikeskiarvon määrittäminen) perusteella valvonta lopetettiin yhteensä 35 työpisteen osalta. Muiden syiden (esimerkiksi tilan käytöstä poistaminen) perusteella valvonta päättyi 37 työpisteessä. Vuoden lopussa valvonnassa oli yhteensä 55 työpaikkaa ja 74 työpistettä.

Säännönmukainen radontarkastus tehtiin viidessä maanalaisessa kaivoksessa, joissa kaikissa keskimääräiset radonpitoisuudet alittivat toimenpidearvon $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Maanalaisia louhintatyömaita tarkastettiin 12 kpl, joista yhdessä radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Tällä työpaikalla työntekijöiden altistusta seurataan säännöllisten radonmittausten ja työaikaseurannan avulla, kunnes radonpitoisuudet saadaan pienennetyiksi alle toimenpidearvon.

Radonmittalaitteiden hyväksyntä

Työntekijöiden säteilyaltistuksen määrittämiseen käytettävällä radonpitoisuuden mittalaitteella tai mittausten menetelmällä on oltava STUKin hyväksyntä. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mittalaitte on asianmukaisesti kalibroitu. Taulukossa XVI on lueteltuna organisaatiot (yritys, yhteisö, laitos tai vastaava), joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen ja joiden laitteilla on voimassa oleva kalibrointi.

Taulukossa on päivämäärä, johon mennessä mittalaite on kalibroitava uudelleen, jotta hyväksyntä olisi voimassa.

3.3 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily

STUK valvoo talousveden radioaktiivisuutta ohjeen ST 12.3 perusteella. Ohje koskee sellaisten vesilaitosten jakamaa vettä, jota enemmän kuin 50 henkilöä tai 10 asuinhuoneistoa käyttää talousvetenä. Vuoden 2004 aikana ei asetettu toimenpidevaatimuksia yhdellekään vesilaitokselle tai vesiosuuskunnalle. Valvonta lopetettiin kahden kohteen osalta, joista toisessa oli tehty korjauksia radioaktiivisten aineiden poistamiseksi vedestä ja toinen oli liittynyt kunnalliseen vesijohtoverkkoon.

Lisäksi laadittiin tarkastuspöytäkirja leipomotuotteiden valmistukseen käytettävän veden radioaktiivisuusmittauksesta. Radioaktiivisten aineiden määrä lopullisissa tuotteissa oli niin pieni, etteivät lisätoimenpiteet olleet välttämättömiä.

3.4 Avaruussäteily

Jos lentotyötä tekevien työntekijöiden efektiivinen annos voi ylittää vuodessa arvon 1 mSv, on työntekijöille säteilyasetuksen (muutos 1143/1998) 28 a §:n mukaan järjestettävä säteilyaltistuksen

seuranta samojen periaatteiden mukaan kuin säteilytyötä tekeville työntekijöille.

Avaruussäteilystä lentotyötä tekeville aiheutuvaa altistusta on Suomessa seurattu vuodesta 1992 lähtien. Annokset arvioidaan erilaisten laskentaohjelmien avulla. Laskennassa otetaan huomioon työntekijöiden lentoreitit ja lentoajat. Lentohenkilöstölle avaruussäteilystä aiheutuneita henkilökohtaisia annoksia on kirjattu annosrekisteriin vuodesta 2001 lähtien.

Henkilökohtaiset säteilyannokset vuonna 2004

Annosrekisteriin kirjattiin Finnair Oyj:n ja Oy Air Finland Ltd:n ilmoittamat työntekijöiden annokset. Suurin avaruussäteilystä aiheutunut henkilökohmainen vuosiannos oli lentäjillä 4,4 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvilla 4,9 mSv. Kenenkään työntekijän annos ei ylittänyt vuotuista toimenpiderajaa 6 mSv. Lentäjien vuosiannosten keskiarvo oli 1,6 mSv ja matkustamohenkilöstön 1,9 mSv. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden yhteenlasketut efektiiviset annokset esitetään taulukossa XVII, jossa vertailun vuoksi on esitetty samat tiedot myös vuosilta 2001–2003. Taulukossa on esitetty erikseen lentäjien ja matkustamohenkilöstön tiedot.

Taulukko XVI. Organisaatiot, joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen.

Organisaatio	Mittalaite	Kalibrointi voimassa	Huomautus
Gammadata Mättek-nik i Uppsala AB/ Gammadata Finland Oy, Helsinki	Alfajälki-ilmaisimeen perustuva radonmittauspurkki	1.1.2006	Purkkimittausmenetelmällä voidaan määrittää radonpitoisuuden pitkän aikavälin keskiarvo. Menetelmä ei sovellu radonpitoisuuden ajallisten vaihteluiden selvittämiseen. Menetelmä on hyväksytty myös asuntojen radonmittauksiin.
<ul style="list-style-type: none"> Lahden kaupunki Turun ammatti-korkeakoulu Tampereen ammat-tikorkeakoulu 	<ul style="list-style-type: none"> Pylon AB-5 Pylon AB-5 Pylon AB-5 ja Alpha Guard 	<ul style="list-style-type: none"> 11.6.2006 11.6.2006 22.9.2006 23.9.2006 	Jatkuvatoimiset mittalaitteet, joilla voidaan rekisteröidä radonpitoisuuden ajalliset vaihtelut. Laitteet soveltuvat työ-aikaisen radonpitoisuuden selvityksiin.

Taulukko XVII. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja avaruussäteilyn efektiivinen kokonaisannos vuosina 2001–2004.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2001	677	1 751	1,14	3,03
2002	692	1 799	1,07	2,93
2003	739	1 746	1,09	3,02
2004	739	1 801	1,19	3,45

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultra-violettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. STUK valvoo ionisoimatonta säteilyä aiheuttavien toimintoja, joskaan valvonta ei ole suoraan rinnastettavissa ionisoivan säteilyn käytön valvontaan. STUKin valvonta suuntautuu erityisesti sellaisiin turvallisuusmerkitystä omaaviin kohteisiin, jotka eivät kuulu muun viranomaisen valvontaan.

STUKille kuuluva ionisoimattoman säteilyn valvonta perustuu säteilylakiin ja sen nojalla annettuihin säädöksiin.

4.2 Optinen säteily

Solariumlaitteiden valvonta

Solariumien valvontaa jatkettiin aiempaan tapaan tarkastamalla 30 käyttöpaikkaa. Tarkastuksissa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että säteilytysaikataulut ovat sosiaali- ja terveysministeriön (STM) ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta antaman asetuksen (294/2002) mukaisia ja että solariumien pitäjät ovat tietoisia asetuksen vaatimuksesta rajoittaa alle 18-vuotiaiden solariumien käyttöä. Verrattuna aiempiin vuosiin tilanne on säilynyt suunnilleen ennallaan. Noin joka kolmannessa käyttöpaikassa laitteiden ajastimet eivät olleet vaatimusten mukaisia. Muutamassa laitteessa oli liian voimakkaat lamput. Kirjallisia ohjeita käyttäjille löytyi lähes kaikista käyttöpaikoista, vaikka kaikki ohjeet eivät olleet täysin vaatimustenmukaisia.

Risteilijäalukselle rakennetun ”keinoaurion” säteilyturvallisuus arvioitiin radiometrisin mittauksin ja annettiin ohjeet asiakkaiden ihoon ja silmiin kohdistuvien UV-annosten rajoittamiseksi.

Vuoden 2003 lopussa solariumien käyttöpaikatarkastuksissa löytyi solariumlaite, joka oli luo-

kiteltu virheellisesti laiteluokkaan UV-tyyppi 3, vaikka sen säteily ylitti selvästi UV-tyypin 3 säteilyrajat. Laitteesta tehtiin toimintavuonna EU:n komissiolle vaarallista kuluttajatuotetta koskeva RAPEX-notifikaatio.

Uusi parannettu CCD-spektroradiometri osoitautui käyttökelpoiseksi mittalaitteeksi solariumien käyttöpaikkojen valvonnassa.

Muu valvonta

STUK kielsi Helsingissä Vanhalla ylioppilastalolla järjestetyssä Teknotapahtumassa järjestäjiä jakamasta yleisölle osoitinlasereita lipun oston yhteydessä.

Yleisöesityksissä käytettäviä suuritehoisia laserlaitteistoja tarkastettiin kolme kappaletta.

Leipomossa käytettävän UVC-sterilisaattorin työsuojeluriskit kartoitettiin mittaamalla ja henkilökunnalle annettiin tarvittavat varo-ohjeet.

4.3 Sähkömagneettiset kentät

Matkapuhelimien markkina- ja valvonta

Standardin EN 50361 mukaisia SAR-mittauksia tehtiin 18:lle markkinoilla olevalle erityyppiselle GSM-matkapuhelimelle ja tulokset ilmoitettiin STUKin verkkosivuilla. Suurin mitattu SAR-arvo oli $1,07 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$, joten kaikki puhelimet alittivat voimassa olevan raja-arvon $2 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mittaustulokset täsmäsivät virherajojen puitteissa valmistajien ilmoittamiin tuloksiin. Lisäksi testattiin kaksi puhelinta etelä-afrikkalaisen SABS:n (South African Bureau of Standards) kanssa järjestetyssä vertailemattomassa ja suoritettiin palvelumittauksena yhden tuotekehittelyn kohteena olevan matkapuhelimen antennin SAR-mittaus.

Muu valvonta

Yhden GMS-tukiaseman säteilyturvallisuus arvioitiin.

Yhden yleisradioaseman mastotöiden säteilyturvallisuus arvioitiin mittauksin ja annettiin ohjeet säteilytason laskemiseksi mastotöiden aikana.

Yhdellä varuskunta-alueella mitattiin neljän ilmavalvontatutkan aiheuttamia säteilytasoja. Mittauksilla haluttiin muun muassa tarkistaa, ylittyvätkö sallitut säteilytasot STUKin aiempien ohjeiden vastaisesti rakennetussa koulutuskeskuksessa. Ylityksiä ei havaittu, mutta varmuuden vuoksi sovittiin, että koulutuskeskuksen suuntaan pääkeila rajataan pois. Toisena tarkoituksena oli opastaa Ilmavoimia nykyisten varo-ohjeiden uudistamisessa.

4.4 Poikkeavat tapahtumat

Poikkeavasta tapahtumasta ilmoittaminen, mitä säteilyasetuksen 17 § edellyttää (ks. kohta 2.1), koskee myös tapahtumia ionisoimattoman säteilyn käytössä. Vuonna 2004 sattui yksi työntekijän UV-

säteilyaltistusta koskeva poikkeava tapahtuma.

Tapahtuma 1

Apteekissa työskennellyt henkilö altistui voimakkaalle UVC-säteilylle. Lääkkeen valmistuksen yhteydessä laminaarikaapissa ollut UV-lamppu (30 W) unohtui päälle, jolloin työntekijä altistui noin 40 minuutin ajan UVC-säteilylle. Työntekijältä paloi iho otsasta, niskasta ja poskipäistä. Lisäksi hänen silmänsä tulehtuivat, vaikka hänellä olikin silmälasit, jotka suojasivat silmiä osittain UV-säteilyltä. Oireina oli sidekalvon punoitusta ja lievää valonarkuutta. STUK informoi työntekijää UVC-säteilyn vaaroista. Hän ei ollut käynyt lääkärissä, koska kivut eivät hänen mukaansa tuntuneet pahoilta. Apteekissa ei ollut varoituksia UV-lampun vaarallisuudesta.

Työntekijöiden suojaamiseen ja varoittamiseen onkin jatkossa kiinnitettävä enemmän huomiota.

5 Säännöstötyö

5.1 ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toiminnan harjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita.

Vuonna 2004 julkaistiin seuraavat ohjeet:

ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio

ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja pätevyyden edellyttämä säteilysuojelukoulutus.

5.2 Muu säännöstötyö

Valmisteltiin sosiaali- ja terveysministeriölle (STM) HASS-direktiivin (ks. myös kohta 2.3) implementointia sekä annosmittauspalveluja ja -menetelmiä koskevia lainsäädäntömuutosehdotuksia. Valmistelutyö jatkuu vuonna 2005. Lisäksi avustettiin STM:ää optista säteilyä koskevan direktiivin valmistelussa.

STO alkoi yhdessä STUKin Tutkimus ja ympäristövalvonta -osaston (TKO) Luonnonsäteilylaboratorion (LSL) kanssa valmistella EU-komissiolle sovellusopasta talousvesidirektiivin mukaisen radioaktiivisuusvalvonnan järjestämisestä. Työ jatkuu vuonna 2005.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa tietoa, joka kehittää asiantuntemusta ja tukee viranomaistoimintaa ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

6.1 Ionisoiva säteily

TT-laitteiden käytön optimoinnin parantaminen

Tietokonetomografiatutkimusten (TT-tutkimusten) määrä on jatkuvasti kasvanut ja laitetekniikan kehittyessä tutkimuksille on löydetty yhä uusia käyttökohteita. Vaikka TT-tutkimusten osuus on vain noin 5 % kaikista röntgentutkimuksista, niistä aiheutuu noin 40 % potilaiden kaikista röntgentutkimuksista yhteensä saamasta annoksesta. EU:n antamat laatukriteerit ja vertailutasot ovat osittain vanhentuneet, ja uusien monileikelaitteiden käytössä optimointi kuvanlaadun ja annoksen suhteen on usein painottunut liiaksi hyvän kuvanlaadun tavoitteluun. STUKin tutkimusprojektissa tavoitteena on

- laatia suositukset optimoinnin parantamiseksi
- päivittää TT-tutkimusten vertailutasot ja antaa vertailutasot myös lasten tutkimuksille
- kehittää tarkastuksiin soveltuva rutiinimenetelmä
- päivittää TT-tutkimusten laadunvarmistus-
opas.

Vuonna 2004 mitattiin kaikki uudet TT-laitteet käyttöönoton yhteydessä ja vanhat laitteet erillisen suunnitelman mukaisesti. Kussakin kuvauspaikassa on selvitetty laadunvarmistuskäytäntö. Projektisuunnitelma uudistettiin ja sitä laajennettiin käsittämään myös optimoinnin arviointi, jonka tekevät Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoidopiirin (HUS) radiologit keväällä 2005. Projektin loppuraportti kirjoitetaan loppuvuonna 2005.

Riskianalyysiin perustuva sädehoidon laadunvalvonnan optimointi

Projektissa on tarkoitus kehittää riskianalyysiin perustuva menetelmä, jonka avulla voidaan arvioida sädehoidon laadunvalvontamenetelmien vaikuttavuutta ja optimoida laadunvalvontaohjelmia. Tutkimus tehdään yhteistyössä HUSin sädehoitoyksikön kanssa. Vuonna 2004 analysoitiin, miten eri annosmäärittelyyn kohdistuvat laadunvalvontatoimenpiteet ja laadunvalvonnan intensiivisyys (testien suoritustasaajuus) vaikuttavat potilaan riskiin (tuumorikontrolliin). Tuloksista laaditaan lehtiartikkeli vuonna 2005. Tutkimus jatkuu syksyyn 2005 saakka, jolloin laaditaan toinen julkaisu.

Henkilökunnan tutkimuskohtaiset säteilyannokset toimenpideradiologiassa

Tutkimusprojektin tarkoituksena on:

- selvittää henkilökunnan säteilyannokset tutkimuskohtaisesti ja suhteuttaa ne vastaavien tutkimusten potilasannoksiin
- selvittää eri työvaiheiden osuus henkilökunnan annokseen (läpivalaisu/kuvaus).

Projekti käynnistettiin muun muassa sopimalla annosmittarien lainauksesta Rados Technology Oy:n kanssa, mutta muuten projekti ei edennyt suunnitellun aikataulun mukaisesti. Projektin tavoitteena on saada alustavat tulokset vuoden 2005 aikana.

Säteilytyslaite biologisiin tutkimuksiin

Projektin tavoitteena on suunnitella ja valmistaa alfa-lähteeseen perustuva säteilytyslaite biologisia tutkimuksia varten. Projekti toteutetaan yhteistyössä STUKin Tutkimus ja ympäristövalvonta-osaston (TKO) Säteilybiologian laboratorion (SBL) kanssa ja se liittyy SBL:n naapurisoluvaiikutus

(bystander effect) -tutkimukseen.

Säteilytyslaite suunniteltiin vuonna 2004 ja siihen tarvittava säteilylähde hankittiin. Laite on rakenteilla ja se otettaneen koekäyttöön vuoden 2005 alkupuolella.

Sädehoidon mittaus- ja kalibrointimenetelmät

Tämän jo vuonna 2003 aloitetun projektin tarkoituksena oli:

- tuottaa sädehoidon annosmittarien kalibrointia sekä niillä tehtäviä mittauksia (sädehoidon säteilykeilojen kalibroinnit) koskeva menetelmä-ohjeisto
- tuottaa tekniset suoritusohjeet ja kalibrointitodistusmallit STO:n dosimetrialaboratoriolle (DOS-laboratorio).

Projekti saatiin päätökseen ja sen tulokset julkaisiin raportissa STUK-STO-TR-1. Ohjeisto perustuu pääosin IAEA:n TRS 398 ja TRS 381 -ohjeisiin ja sen käyttäjiä ovat STUK itse ja sairaaloiden sädehoitoyksiköt.

Opinnäytetyöt

Vuonna 2004 jatkettiin STO:lla edellisenä vuonna aloitettuja korkeakoulu- ja yliopisto-opiskelijoiden opinnäytetöitä ja lisäksi aloitettiin kolme uutta opinnäytetyötä. Töiden tuloksia voidaan hyödyntää STUKin toiminnassa tai tulokset vaikuttavat säteilyturvallisuuden paranemiseen Suomessa.

Lasten röntgentutkimusten vertailutasot

Työn tavoitteena oli selvittää perusteet potilasanoksen vertailutasojen asettamiseksi lasten röntgentutkimuksille.

Työ valmistui vuonna 2004. Työn tuloksena ei voitu asettaa vertailutasoja, sillä riittävää pohjatietoa ei ollut käytettävissä. Puuttuvien tietojen hankkiminen käynnistettiin heti opinnäytetyön valmistuttua ja vertailutasot asetetaan vuonna 2005.

DAP-mittarien kalibrointi- ja mittausmenetelmät

Työn tavoitteena oli

- tuottaa ohje STUKille ja säteilyn käyttäjille röntgendiagnostiikan DAP-mittarien (annoksen ja pinta-alan tuloa mittaavien mittarien) kalibrointimenettelyksi

- tuottaa menetelmäkuvaus ja toimintamalli DAP-mittarien kalibroinnin toteutuksesta DOS-laboratorion palvelutoimintana.

Työ valmistui vuonna 2004 ja työssä kehitetty kalibrointimenettely on otettu käyttöön DOS-laboratoriossa. Säteilyn käyttäjille suunnatusta kenttämittarien kalibrointiohjeesta valmisteltiin luonnos. Myös DOS-laboratorion sisäisistä ohjeista on olemassa luonnokset.

Säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan rooli, vastuut ja tehtävät

Työn tavoitteena oli selvittää

- säteilyn lääketieteellisessä käytössä työskentelevien vastaavien johtajien tehtäviä ja toimintaa
- johtajien keskuudessa vallitsevaa turvallisuuskulttuuria.

Työ aloitettiin ja saatiin päätökseen vuonna 2004. Työn tulosten perusteella vastaavien johtajien turvallisuuskulttuurin kehittäminen edellyttää vastaavan johtajan työnkuvan selkeytystä sekä organisatorisen aseman vahvistamista ja vaikutusmahdollisuuksien lisäämistä. Työssä todettiin myös, että vastaavien johtajien koulutusta ja yhteistyötä eri tahojen kanssa olisi lisättävä ja kehitettävä, jotta vastaavan johtajan toimintamahdollisuudet olisivat hänen vastuuasemansa mukaiset ja sen kautta hän voisi vaikuttaa työelämän säteilysuojellisiin asenteisiin ja käytäntöihin.

Digitaalisen kuvantamisen laadunvarmistus

Työn tavoitteena on

- laatia yhteenveto periaatteista, joita voidaan soveltaa erityyppisten digitaalisten kuvantamislaitteiden laadunvalvontaan
- selvittää, mitä suosituksia voidaan antaa digitaalisten röntgenkuvausjärjestelmien laadunvalvonnalle.

Työ ei edennyt suunnitellun aikataulun mukaisesti ja se jatkuu edelleen. Työn tulokset hyödynnetään vuonna 2005 säteilyn käyttäjille laadittavassa laadunvarmistusta koskevassa oppaassa, joka julkaistaan STUK tiedottaa -sarjassa.

Potilaan säteilyaltistus röntgentutkimuksissa

Työssä selvitetään yleisimmissä röntgentutkimuksissa potilaille aiheutuva säteilyaltistus ja altistumääritysten luotettavuus. Työ toteutetaan kokeiluunotteisena ("pilottitutkimuksena") valittujen röntgentutkimusyksiköiden avulla. Työn tuloksista tehdään johtopäätökset ja ehdotukset potilaiden säteilyaltistuksen valtakunnalliseen seurantaan soveltuvasta menettelystä. Työn on määrä valmistua keväällä 2005.

Potilaan säteilyaltistus luun mineraalipitoisuuden mittauksissa

Työssä kehitetään mittaussuenuetelmiä röntgenkuvaukseen perustuvasta luun mineraalipitoisuuden mittauksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittämiseksi. Mitattujen tietojen perusteella lasketaan tyypillisistä tutkimuksista aiheutuneet efektiiviset annokset. Työn perusteella saadaan myös tietoa potilasaltistuksen valtakunnallista seurantaa varten. Työn on määrä valmistua keväällä 2005.

6.2 Ionisoimaton säteily

Pääosa ionisoimattomaan säteilyyn liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin seuraavassa esitettyjen yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien puitteissa.

Säteilytysjärjestelmien kehittäminen tutkimuksia varten (CEMFEC)

Kuopion yliopistossa tutkittiin matkapuhelinsäteilyn vaikutuksia rottiin STUKin kehittämällä altistuslaitteistolla. Projektii päättyi vuoden 2004 aikana. Projektin päätöskokous ja loppuseminaari pidettiin Brysselissä huhtikuun lopussa. Päätulokset tiivistettiin tieteelliseen lehtiartikkeliin.

Matkaviestinnän terveysriskien arviointi (HERMO)

HERMO-projektin puitteissa kehitetään solujen ja eläinten altistukseen 900 MHz:n matkapuhelinsäteilylle tarvittavia laitteistoja ja menetelmiä. Projektissa on tarkoitus

- tarkentaa aiemmissa projekteissa kehitetyn vaakasuuuntaisen solualtistuskammion dosimetriaa
- kehittää muiden tutkimusryhmien eläinkokeissaan tarvitsemaa tekniikkaa ja dosimetriaa.

Nuorten rottien altistukseen tarkoitettut radiaaliset altistuskammiot huollettiin ja asennettiin toimintakuntoon Kuopion yliopistolle. Tampereen teknillisen yliopiston porsaskokeisiin tarvittava dipolisäteilytysjärjestelmä suunniteltiin, rakennettiin ja asennettiin.

Matkapuhelimien ja tukiasemien aiheuttaman altistumisen määrittämenetelmiä koskeva tutkimus (AMEST)

Projektissa kehitetään testaus- ja mittaussuenuetelmiä matkapuhelimien ja niiden tukiasemien aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien aiheuttaman altistumisen määrittämiseksi.

Matkapuhelimien pulssimaiset akkuvirratt in-dusoivat kehoon pientaajuisia virtoja. Niiden laskemiseksi kehitetty ohjelma laajennettiin koko kehon kattavaksi laskentamalliksi. Tuloksista laadittiin kaksi tieteellistä lehtiartikkeliä osaksi yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun sähkömagneetiikan laboratorion kanssa.

3G-tukiasemien säteilyn mittaamiseen tarkoitettujen antennien ja lähikenttämittareiden kalibroimiseksi kehitettiin järjestelmä, joka muodostuu aaltoputkesta ja radiokaiuttomaan huoneeseen säteilevästä antennista. Pienikokoinen sähkökentän mittapää kalibroidaan aaltoputkessa ja kalibrointi siirretään mittapäällä radiokaiuttomaan huoneeseen. Samanlainen järjestelmä saatiin valmiiksi STUKin rahoittamana työnä myös 900 MHz:n GSM-puhelimien taajuudelle.

Kehitettiin karkea menetelmä 3G-tukiasemien hajasäteilyn mittaamiseksi spektrianalysaattorilla sekä tutkittiin, miten 3G-modulaatio vaikuttaa lähikenttämittareihin ja SAR-mittapäihin. Huomattiin, että modulaation johdosta diodidetektorilla varustettu mittapää antaa huomattavasti suuremman lukeman kuin pitäisi.

UV-valohoitolaitteiden laadunvarmistuksen käytännön menetelmien kehittäminen (UV-hoito)

Projektista laadittiin loppuraportti Lääkelaitokselle. Kohdassa 4.2 mainitusta CCD-spektroradiometrista laadittiin tieteellinen lehtiartikkeli.

Muu tutkimustoiminta

Ionisoimattoman säteilyn yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien lisäksi tutkimusta ja teknistä kehitystyötä suoritettiin osana NIR-laboratorion perustoimintaa.

Laajakaistainen magneettikentän mittari

Magneettikentän painotettua huippuarvoa mitaavasta mittarista rakennettiin omaan käyttöön kenttäkelpoinen versio. Pienen sarjan rakennuttaminen STUKin toimesta ei ole enää tarpeellista, koska markkinoille tuli viime vuoden lopulla tarkoitukseen soveltuva mittari. Neuvottelut mittarin kaupallisesta hyödyntämisestä aloitettiin ruotsalaisen Environmentorin kanssa. Neuvotteluissa avusti Sirius Consulting Oy Teknologian kehittämisskeskuksen (TEKES) TULI-ohjelman (tutkimuksesta liiketoimintaa) puitteissa.

Muuta

SAR-mittapäiden siirtonormaalista laadittiin tieteellinen lehtiartikkeli.

Bentham-spektroradiometrin diffuuserin lämpötilaherkkyydestä laadittiin tieteellinen lehtiartikkeli. Huomattiin, että diffuuserin vaimennuksessa on odottamaton noin 3 %:n äkillinen muutos 19 °C:n kohdalla, mikä johtuu teflonin faasimuutoksesta. Tällainen aiemmin tuntematon muutos heikentää merkittävästi mittaustarkkuutta tarkimmissa auringon UV-säteilyn mittauksissa.

7 Kansainvälinen yhteistyö

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2004 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- IAEA:n säteilysuojelustandardikomitea (RASSC). Komitea piti kaksi kokousta, joissa käsiteltiin valmisteilla olevia säteilysuojelunormeja ja -ohjeita.
- ESTROn (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology) fysiikan komitea, Amsterdam 24.–28.10.2004.
- ESTRO EQUAL -ryhmä, Villejuif, Ranska 10.2.2004.
- Pohjoismaiset dosimetriaa, röntgendiagnostiikkaa ja umpilähteitä käsittelevät työryhmät.
- Pohjoismaisten valvontaviranomaisten seminaari. Seminaari järjestettiin ensimmäisen kerran 25.–26.3.2004 Tukholmassa.
- EUROMETin (European Collaboration on Measurement Standards) ionisoivan säteilyn työryhmä.
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) työntekijöiden henkilökohtaisten annosten mittausten menetelmien harmonisointia käsittelevä työryhmä.
- Pohjoismaainen umpilähdetyöryhmä NORGUS. Työryhmä piti toisen kokouksen Helsingissä 11.–12.3.2004.

Osallistuminen muihin kansainvälisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kansainvälisiin kokouksiin ja kongresseihin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja (järjestäjinä muun muassa IAEA, EANM, ESTRO, EUROMET, CIPM, EU:n komissio).

Muu kansainvälinen yhteistyö

STUK liittyi vuonna 2004 äänestäväksi jäseneksi EURADOS -järjestöön.

STO:n edustaja osallistui STUKin Asiantuntijapalvelut (ASP) -yksikön koordinoimaan röntgendiagnostiikkaa koskevaan lähialueyhteistyöhön Venäjän Karjalassa. Yhteistyössä on tarkoitus antaa opastusta paikallisille viranomaisille ja alan asiantuntijoille sekä kertoa heille hyvistä käytännöistä.

STO:n edustajat osallistuivat ASP:n koordinoimiin ja EU:n rahoittamiin säteilylainsäädännön harmonisointiprojekteihin Armeniassa, Romaniassa ja Sloveniassa.

STO toteutti henkilöannosmittarien vertailun EU:n Twinning-projektin (Liettuan säteilysuojelun kehittämisprojekti) yhteydessä. Vertailun tulokset käsiteltiin ja raportoitiin.

NIR-laboratorio osallistui Ruotsin säteilysuojeluinstituutin (SSI) johdolla matkapuhelimia ja tukiasemia koskevan pohjoismaisen säteilysuojelukannanoton valmisteluun.

STUKin johdolla valmisteltiin pohjoismaista kannanottoa solariumien käytöstä ja säteilyturvallisuudesta.

STUKin edustaja toimi Virossa Tarton yliopistoissa valmistuneen opinnäytetyön ohjaajana. Työn tavoitteena oli röntgentutkimusten potilasannosten mittausten menetelmien kehittäminen, keskimääräisten potilasannosten mittaaminen ja vertaaminen EU-suosituksiin sekä suositusten esittäminen direktiivissä 97/43/Euratom esitettyjen potilasannosten määrittämistä koskevien vaatimusten toimeenpanemiseksi Virossa.

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittausten menetelmien kehittämistä ja myös säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä, toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (IAEA, NACP, EURADOS, EUROMET, ESTRO, ESOREX, ICRU, NEA, AAPM, NOG, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP).

8 Kotimainen yhteistyö

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuosittaisista yhteisrahoitteisista tapahtumista järjestettiin sädehoitofyysikkojen neuvottelupäivät 10.–11.6.2004 Laukaassa.

Vuosittain toistuvana tapahtumana järjestettiin yhteistyössä Suomen radiologiyhdistyksen kanssa Sädeturvapäivät 21.–22.10.2004 Tampereella. Päivillä pidettiin useita luentoja.

STUK järjesti 21.9.2004 yhdessä opetusministeriön kanssa terveydenhuollon säteilysuojelukoulutusta antavien koulutusorganisaatioiden edustajille seminaarin, jonka tavoitteena oli edesauttaa säteilysuojelukoulutusta koskevien uusien ohjeiden toimeenpanoa sekä koulutuksen koordinointia, toteutusta ja dokumentointia.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- Metrologian neuvottelukunta ja sen mittauspalvelu- ja vakausjaostot. Kumpikin jaosto piti yhden kokouksen.
- SM-kenttien säteilyturvallisuutta ja kotitaloussähkölaitteita käsittelevät standardisointikomiteat SK 106 ja SK 61. Kumpikin komitea piti kaksi kokousta, joissa käsiteltiin vastaavia IEC:n ja CENELECin standardiehdotuksia. 16 standardiehdotuksesta annettiin kommentit ja kannanotot loppuäänestyksessä. Erityisesti on mainittava IEC:n solariumstandardiluonnoksesta (61/2688/FDIS) annettu kielteinen loppuäänestyskannanotto. Standardi sallii liian voimakkaat laitteet valvomattomaan käyttöön, solariumista saatava UV-säteilyn vuosiannos on liian suuri ja laitteiden luokituksen hämärtäminen vaikeuttaa valvontaa käyttöpaikoilla.
- Valtakunnallinen, kliinisten auditointien asian tuntijaryhmä. Ryhmä kokoontui kolme kertaa.
- Valtakunnallinen yliopistojen sairaalafyysikoi-

den erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta, joka piti järjestäytymiskokouksen.

- Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskuksen (Stakes) asettama työryhmä. Työryhmä valmisti Stakesin ohjetta mammografiaseulonnasta kerättävien tietojen tallentamisesta ja joukkorekisteriin ilmoittamisesta. Ohje korvaa Lääkintöhallituksen ohjeen (7/1990) joukkotarkastusten rekisteröinnistä mammografiaseulontojen osalta. Työn tuloksena valmistui Stakesin raportti ”Ohjeita ja luokituksia 2004:6. Ilmoitus rintasyövän ja kohdunkaulansyövän joukkotarkastuksista”.

Osallistuminen muihin kotimaisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja.

Muu kotimainen yhteistyö

STO:lla jatkettiin vuonna 2003 aloitettujen korkeakoulu- ja yliopisto-opiskelijoiden opinnäytetöiden ohjausta ja lisäksi aloitettiin kolmen uuden opinnäytetyön ohjaus (ks. kohta 6.1). Lisäksi STO:n edustaja toimi ohjaajana seuraavissa STUKin ulkopuolella tehdyissä opinnäytetöissä:

- Sikiöiden ja vastasyntyneiden säteilyannos ja säteilyriski röntgentutkimuksissa. Työn tavoitteena oli selvittää vastasyntyneiden lasten ja sikiöiden säteilyannos ja säteilyriski röntgentutkimuksissa sekä kartoittaa säteilysuojelukäytäntö hedelmöitymisikäisten naisten röntgentutkimuksissa. Työ valmistui Oulun yliopistossa vuonna 2004.
- Kuvatyöasemanäyttöjen kuvanlaadun laadunvarmistusohjeiden taso radiologisissa kuvantamisyksiköissä. Työn tarkoituksena oli selvittää yliopisto- ja keskussairaaloiden kuvantamisyksiköiden kuvatyöasemanäyttöjen luvanlaadun laadunvalvonnan tila, näyttöjen laitekanta ja

laadunvarmistusta suorittavien henkilöiden koulutustausta. Työ valmistui Oulun yliopistossa vuonna 2004.

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön val-

vontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (muun muassa Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Eurolab-Finland, SESKO).

9 Viestintä

Kirjat, tiedotteet ja katsaukset

STUK julkaisee Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjan, johon kuuluu yhteensä seitsemän kirjaa. STO:lla ja NIRissä toimitettavien kirjojen tilanne vuonna 2004 oli seuraava:

- Säteilyn käyttö -kirja (kirjasarjan kirja nro 3) valmistui.
- Ionisoimaton säteily – Sähkömagneettiset kentät -kirjan (kirja nro 6) käsikirjoitus saatiin pääosin valmiiksi. Kirjan taittaminen alkaa vuonna 2005.
- Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja laser-säteily -kirjan (kirja nro 7) käsikirjoituksesta valmistui hieman alle puolet suunnitellusta.

STUKin Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia sarjassa julkaistiin suurta suosiota saanut matkapuhelimia ja tukiasemia käsitellyt katsaus ruotsinkielellä.

STUK tiedottaa -sarjassa julkaistiin tiedote Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen (1/2004).

Lisäksi julkaistiin paperikopiona Säteilyn käytön turvallisuus -esite sekä STUKin verkkosivuilla (www.stuk.fi) tiedotteet Valvontaviranomaiset ja Säteilylaitteiden tuotevaatimukset.

Ajankohtaistiedottaminen

Matkapuhelimien ja tukiasemien säteily oli edelleen huomattavan julkisen mielenkiinnon kohteena.

STUKin verkkosivut uudistettiin ionisoimattoman säteilyn osalta sekä suomen- että ruotsinkielellä. Sivujen sovittaminen englanniksi aloitettiin.

Vuonna 2000 aloitetun UV-indeksin mittauspalvelun ylläpitoa STUKin verkkosivuilla jatkettiin.

Tarvittavat mittaustiedot saatiin STUKin Roihupellon toimitalon katolla olevasta UV-säteilyä jatkuvasti huhti-syyskuun välisenä aikana mittaavasta mittarista.

Lehdistötiedotteita laadittiin seuraavista aiheista:

- lääketieteellisen fysiikan asiantuntemuksen käyttö röntgentutkimuksissa
- hammasröntgenvalvonta
- umpilähteiden valvonnan tiukkeneminen
- työntekijöiden henkilökohtaisten säteilyannosten pieneneminen
- lääkärin säteilysuojelukoulutus
- kliininen auditointi
- suojaamattoman säteilylähteen aiheuttama vaaratilanne Porvoossa ja tapahtuman luokitus kansainvälisellä INES-asteikolla
- työnantajat ja radonmittausvelvoite
- mammografialaitetestaus
- matkapuhelimien säteilytestaus
- osoitinlasereiden jakamisen kieltäminen klubi-vieraille
- auringonpaisteen hyödyt ja vaarat
- STUKin verkkosivujen uusiminen
- pohjoismainen kannanotto matkapuhelinten terveysvaikutuksista.

Lisäksi:

- Toiminnan harjoittajille ja säteilyn käyttäjille annettiin tietoa säteilysuojelusta, uusista määräyksistä ja niiden perusteista neuvottelupäivillä, seminaareissa ja koulutustilaisuuksissa.
- Tiedotusvälineille annettiin haastatteluja ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn altistukseen liittyvissä asioista.
- Yksityishenkilöitä, yrityksiä ja julkisia organisaatioita opastettiin säteilysuojeluongelmissa sekä puhelin- että verkkopalvelulla.

- Laadittiin lehtiartikkeleita ja -kirjoituksia.
- Avustettiin STUKin julkaisemaa ALARA-lehteä kirjoittamalla siihen artikkeleita.

Koulutusluennot

NIR-laboratorion johtaja luennoi Teknillisessä korkeakoulussa kurssin ”Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mittaukset” (kurssin laajuus 2 opintoviikkoa).

10 Mittanormaalitytoiminta

Mittanormaalitytoiminnan tarkoituksena on säteilymittausten riittävän tarkkuuden ja kansainvälisen vertailukelpoisuuden varmistaminen.

Säteilylain (muutos 1334/1994) 23 §:n mukaan STUKin tehtävänä on ylläpitää säteilymittausten luotettavuuden varmistamiseksi tarpeellisia mittanormaaleja.

DOS-laboratorion mittaus- ja säteilytyslaitteiden ja -menetelmien kehitystyö

STO:n dosimetrialaboratoriossa (DOS-laboratorio) vuonna 2003 aloitettu röntgendiagnostiikan pinta-ala-annosmittarien (DAP-mittarien) kalibointi- ja mittausmenetelmien kehitystyö saatiin päätökseen ja menetelmät otettiin käyttöön (ks. kohta 6.1). Laboratorion sisäisistä ohjeista uusien menetelmien käyttämiseksi laadittiin luonnokset.

Sädehoidon silmäapplikaattorien beetamittauksia varten tutkittiin tukeilmaisimen kalibroitua ja mittaustarkkuutta. Tukeilmaisimille kehitettiin kalibroitimenettely käyttämällä laboratorion omaa beetalähdettä. Selvityksen mukaan mittausepävarmuus tukeilmaisimella tehtävissä beetamittauksissa on noin 6 %.

Säteilysuojelukalibroinneissa ^{137}Cs - ja ^{60}Co -gamma-säteilykeilojen tuottamiseen käytettävän säteilytyslaitteen lähteensiirron mekaniikan ja sähköjärjestelmien uudistaminen saatiin päätökseen.

Kalibroinneissa käytettävien röntgensäteilykeilojen säteilylaatuparametrien määrittämistä jatkettiin edelleen. Säteilysuojelukalibroinneissa käytettävien säteilylaatuojen parametrit määritettiin säteilylaatuja koskevien standardien mukaisesti.

DOS-laboratorion mittari- ja mittausvertailut

Vuonna 2001 toteutetun mammografiasäteilylaatumittausvertailun (EUROMET 526) tulokset saatiin vuonna 2004. STUKin tulos poikkesi vertailuarvosta +1,5 %. Poikkeama oli hieman odotettua suurempi, mutta kuitenkin hyvin vertailun järjestäjän ilmoittaman mittausepävarmuuden $\pm 2,5$ % sisäpuolella.

Vuonna 2004 DOS-laboratorio osallistui:

- IAEA:n vuosittaiseen TLD-vertailuun ^{60}Co -gamma-säteilyllä ja 6 MV:n fotonisäteilyllä
- IAEA:n toteuttamaan TLD-vertailuun ^{137}Cs -gamma-säteilyllä
- EUROMET 739 -beetasäteilymittausvertailuun.

EUROMET-vertailun sekä IAEA:n ^{60}Co -säteilyvertailun ja 6 MV:n fotonivertailun tulokset eivät vielä ole käytettävissä. ^{137}Cs -vertailussa STUKin tulos poikkesi vertailuarvosta 1 %:n, mikä mahtuu hyvin vertailun hyväksyntärajan ± 5 % sisäpuolelle.

NIR-laboratorion mittaus- ja säteilytyslaitteiden ja -menetelmien kehitystyö

NIR-laboratorion optinen laboratorio osallistui Teknillisen korkeakoulun mittaustekniikan laboratorion vetämään laajakaistaisen UVA-mittarin numeerisen kalibroinnin vertailuun, johon osallistuivat myös hollantilainen ja turkkilainen mittanormaalitylaboratorio sekä UV-valohoitoyksikkö Skotlannista.

NIR-laboratorion radiolaboratorio kalibroi sveitsiläisen akkreditointilaboratorion (METAS) tilauksesta kaksi sveitsiläisen SPEAGin valmistamaa SAR-mittapäätä 900 ja 1 800 MHz:n taajuuksilla. Mittausten tarkoituksena on vertailla SPEAGin ja STUKin kalibroitien yhteensopivuutta. Vertailujen tulokset saadaan selville vuoden 2005 aikana.

11 Palvelut

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

DOS-laboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointitodistuksia annettiin 61 kappaletta ja säteilytystodistuksia 34 kappaletta. Kalibroinneista ja säteilytyksistä noin kolmasosa tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

NIR-laboratorio teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä 30 kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä 12 kappaletta.

Koulutuspalvelut

Vakiintuneena, vuosittain toistuvana tapahtumana STO järjesti Säteilyturvallisuus ja laatu rönt-

gendiagnostiikassa -koulutuspäivät 18.–19.3.2004 Kajaanissa.

DOS-laboratorio osallistui STUKin 18.11.2004 toimitalossaan järjestämään Baltian tullivirkailijoiden säteilysuojelukoulutukseen järjestämällä ja ohjaamalla koulutukseen liittyvät säteilymittausten harjoitustyöt.

STO järjesti yhteistyössä Tampereen yliopistollisen sairaalan (TAYS) kanssa tietokonetomografialaitteiden säteilyturvallisuutta ja laadunvalvontaa koskevan kurssin 2.12.2004 Tampereella.

STO järjesti 31.1.2004 Tuohilammella säteily-suojelun koulutustilaisuuden Sairaala Mehiläisen henkilökunnalle.

12 Muuta

12.1 Säteilysuojelukoulutusselvitys

Vuosina 2003–2004 STUK teki selvityksen Suomen säteilysuojelukoulutuksen tilasta ja koulutustarpeesta.

Selvityksen mukaan terveydenhuollossa säteilyä käyttävien ammattiryhmien säteilysuojelukoulutuksen määrä vastasi keskimäärin ohjeen ST 1.7 tavoitteita lähihoitajien ja sairaanhoitajien koulutusta lukuunottamatta. Joissakin ammattiryhmissä koulutuksen määrässä näytti olevan suuria eroja oppilaitoksesta riippuen. Eroja voi selittää myös se, että säteilysuojelukoulutus annetaan usein muiden oppiaineiden yhteydessä, jolloin koulutuksen kokonaismäärän arvioiminen voi olla vaikeaa. Vastaajilla saattoi olla myös tulkintaeroja siitä, mitä osa-alueita ja asiakokonaisuuksia säteilysuojelukoulutukseen kuuluu. Suhteellisesti eniten oli lisäkoulutustarpeita sairaanhoitajilla ja eräillä erikoislääkäriryhmillä. Jotkut ammattiryhmät arvioivat säteilysuojelutietämyksensä vähäiseksi, mutta eivät silti halunneet lisäkoulutusta. Toisaalta oli myös ammattiryhmiä, jotka halusivat lisäkoulutusta, vaikka arvioivatkin säteilysuojelutietämyksensä hyväksi.

Teollisuudessa säteilyn käyttöön osallistuvien työntekijöiden säteilysuojelukoulutuksessa ei näytä olevan suuria puutteita. Suurin osa teollisuuden työntekijöistä piti saamaansa säteilysuojelukoulutusta tehtäviinsä nähden sopivana, ja säteilysuojelukoulutustarve oli melko vähäinen. Tilanteeseen vaikuttanee myös se, että teollisuuden säteilyn käytössä on järjestetty säännöllistä vastaavan johtajan koulutusta jo neljännesvuosisadan ajan.

Selvityksen tulokset julkaistiin vuonna 2004 raportissa STUK-B-STO 53. Tulokset esiteltiin myös Kansainvälisen säteilysuojelujärjestön (IRPA) 11. kokouksessa Madridissa sekä STUKin yhdessä opetusministeriön kanssa yliopistoille ja muille terveydenhuoltohenkilöstön säteilysuojelukoulutusta antaville koulutusorganisaatioille järjestämässä seminaarissa (ks. luku 8). Vastaava se-

minaari teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen alalla koulutusta antaville tahoille järjestetään vuonna 2005.

12.2 Asiakastyytyväisyyskyselyt

STO:n asiakastyytyväisyyskysely

Vuonna 2004 STUK teki STO:n toimialaan liittyvän asiakastyytyväisyyskyselyn. Kysely toteutettiin siten, että kyselylomake lähetettiin 300:lle turvallisuusluparekisteristä satunnaisesti valitulle, turvallisuuslupaa edellyttävän toiminnan harjoittajalle.

Lomakkeita palautettiin 114 kpl, joten vastausprosentti oli 38. Palautetuista lomakkeista 50 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, opetuksessa, tutkimuksessa ja kaupassa ja 52 terveydenhuollossa. 12 lomakkeessa ei määritelty toimialaa.

Yleisarvosanaksi STUKin toiminnalle annettiin kouluarvosana 8,8.

Asiakkaiden mielipidettä eri asioihin kyseltiin 5-portaisella asteikolla (1=erittäin tyytymätön, 2=tyytymätön, 3=ei tyytymätön eikä tyytyväinen, 4=tyytyväinen, 5=erittäin tyytyväinen). Arvioituihin asioihin oltiin vastausten perusteella pääasiassa joko tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä. Useimpien kysymysten vastauksista lasketut keskiarvot olivat 4 tai sitä suurempia.

Erityisen hyväksi arvioitiin STUKin tarkastajien asiantuntemus ja asiallisuus, samoin kuin STUKin asiantuntemus, asiakasystävällisyys, yhteistyökyky ja tasapuolisuus. Matalimmat arvosanat (3,7–3,9) annettiin STUKin verkkosivujen selkeydestä, STUKin lehdistötiedotteiden selkeydestä ja STUKin järjestämän koulutuksen riittävyydestä. Enemmän STUKin järjestämää koulutusta toivottiin myös kyselyn vapaamuotoisissa kommentteissa.

Eri toimialojen antamien vastausten välillä ei ollut merkittävää eroa. Selvimmin muista vastauksista erosivat ne vastaukset, joissa toimialaa

ei ollut määritelty. Näissä vastauksissa oli eniten arvosanan 4 alittavia keskiarvoja.

NIR-laboratorion asiakastyytyväisyyskysely

Vuonna 2004 STUK suoritti asiakastyytyväisyyskyselyn myös NIR-laboratorion tuottamien viranomaistarkastusten sekä kalibrointi- ja testauspalvelujen käyttäjille.

Asiakkaiden antama yleisarvosana STUKille oli kouluarvosana-asteikolla 8,7.

Eri asioita kyseltiin 5-portaisella asteikolla (ks. edeltä STO:n vastaava kysely). Kaiken kaikkiaan arvioituihin asioihin oltiin pääasiassa joko tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä. Pienimmän arvosanan sai palvelujen hinnoittelu. Erityisen hyväksi arvioitiin tarkastajien asiantuntemus ja asiallisuus, samoin kuin STUKin asiantuntemus, asiakasystävällisyys ja asiantuntemus. Matalimmat arvosanat (nekin kyllä korkeat) annettiin tiedottamiseen ja neuvontaan liittyvistä asioista.

Kyselytulosten perusteella toteutetut toimenpiteet

Kyselyssä havaittuihin kehittämiskohteisiin liittyen STUK on jo tehnyt tai tekee muun muassa seuraavaa:

- Uusia ST-ohjeita jaettaessa toiminnan harjoittajia pyydetään informoimaan STUKia ohjeissa ja niiden soveltamisessa havaitsemistaan puutteista ja tarvittavista uusista ohjeista.
- Laadittavista ST-ohjeista informoidaan toiminnan harjoittajia ”Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta” -vuosiraportin jakelun yhteydessä.
- Säteilyturvallisuutta koskevan koulutustoiminnan tehostamista on suunniteltu yhteistyössä eri osapuolten kanssa. Omalta osaltaan STUK laatii koulutusta koskevan strategian.
- STUKin verkkosivuja on kehitetty asiakasystävällisemmiksi ja uudet verkkosivut otettiin käyttöön heinäkuussa 2004. Säteilyn käyttäjille tarkoitettuja sivuja kehitetään vuosina 2005–2006.

LIITE 1

JULKAISUT VUONNA 2004

Vuonna 2004 valmistuivat seuraavat julkaisut, joissa tekijänä tai tekijöinä oli STO:n tai NIRin työntekijöitä:

Kansainväliset julkaisut

Auterinen I, Serén T, Anttila K, Kosunen A, Savolainen S. Measurements of free beam neutron spectra at eight BNCT facilities worldwide. *Applied Radiation and Isotopes* 2004; 61: 1021–1026.

Auterinen I, Serén T, Uusi-Simola J, Kosunen A, Savolainen S. A toolkit for epithermal neutron beam characterisation in BNCT. Ninth Symposium on Neutron Dosimetry, 28 September–3 October 2003, Delft, The Netherlands. *Radiation Protection Dosimetry* 2004; 110 (1–4): 587–593.

Fantuzzi E, Alves JG, Ambrosi P, Janzekovic H, Vartiainen E. Implementation of Standards for Individual Monitoring in Europe. *Radiation Protection Dosimetry* 2004; 112 (1): 3–44.

Hakanen AT, Sipilä PM, Kosunen A. Calibration of a scintillation dosimeter for beta rays using an extrapolation ionization chamber. *Med. Phys.* 2004; 31 (5): 1123–1127.

Tapiovaara MJ, Sandborg M. How should low-contrast detail detectability be measured in fluoroscopy? *Med. Phys.* 2004; 31 (9): 2564–2576.

Tsapaki V, Kottou S, Vano E, Komppa T, Padovani R, Dowling A, Molfetas M, Neofotistou V. Occupational dose constraints in interventional cardiology procedures: the DIMOND approach. *Phys. Med. Biol.* 2004; 49: 997–1005.

Uusi-Simola J, Serén T, Seppälä T, Kosunen A, Auterinen I, Savolainen S. Dosimetric comparison at FiR 1 using microdosimetry, ionisation chambers and computer simulation. *Applied Radiation and Isotopes* 2004; 61: 845–848.

Witzani J, Bjerke H, Bochud F, Csete I, Denozziere M, de Vries W, Ennow K, Grindborg JE, Hourdakos C, Kosunen A, Kramer HM, Pernicka F, Sander T.

Calibration of doseimeters used in mammography with different X ray qualities: Euromet Project No. 526. *Radiation Protection Dosimetry* 2004; 108: 33–45.

Jokela K, Puranen L, Sihvonen A-P. Assessment of the magnetic field exposure due to the battery current of digital mobile phones. *Health Physics* 2004; 86(1): 56–66.

Kokousjulkaisut ja esitelmät kokouksissa**Kansainväliset**

Kosunen A, Sipilä P, Järvinen H, Parkkinen R, Jokelainen I. Finnish national code of practice for the reference dosimetry of radiation therapy. In book: *Standards and Codes of Practice in Medical Radiation Dosimetry. Proceedings of an International Symposium 25–28 November 2002, Vienna, Austria. Vol 1. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2003. p. 263–270.*

Parkkinen R, Kosunen A, Sipilä P, Järvinen H. Development of calibration procedures for the electron beam calibration of plane-parallel ionization chambers. In book: *Standards and Codes of Practice in Medical Radiation Dosimetry. Proceedings of an International Symposium 25–28 November 2002, Vienna, Austria. Vol 1. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2003. p. 361–366.*

Zoetelief J, Pernicka F, Alm Carlsson G, Dance DR, DeWerd LA, Drexler G, Järvinen H, Kramer H-M, Ng K-H. Dosimetry in diagnostic and interventional radiology: International Commission on Radiation Units and Measurements and IAEA activities. In book: *Standards and Codes of Practice in Medical Radiation Dosimetry. Proceedings of an International Symposium 25–28 November 2002, Vienna, Austria. Vol 1. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2003. p. 387–404.*

Karppinen J, Tapiovaara M, Järvinen H. The dose length product is the basic dosimetric quantity in computed tomography. In book: *Standards and Codes of Practice in Medical Radiation Dosimetry. Proceedings of an International Symposium 25–28*

November 2002, Vienna, Austria. Vol 1. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2003. p. 405–410.

Venelampi E. Radon in an underground excavation site in Helsinki. In Conference CD: Proceedings of the 4th European Conference on Protection against Radon at Home and at Work, 28 June–2 July 2004, Prague, Czech Republic. Prague: Czech Technical University; 2004.

Lopez MA, Ambrosi P, Bogucarskis K, Bolognese T, Boschung M, Castellani CM, Cruz Soares R, Currivan L, Falk R, Fantuzzi E, Figel M, Garcia Alves GA, Ginjaume M, Jankowski J, Janzekovic H, Kamenopoulou V, Luszik-Bhadra M, Olko P, Osvay M, Roed H, Stadtmann H, van Dijk JWE, Vanhavere F, Vartiainen E, Wahl W, Weeks A, Wernli Ch.. Harmonisation of Individual Monitoring in Europe. In book: Abstracts. 11th International Congress of the International Radiation Protection Association 23–28 May 2004, Madrid, Spain. IRPA; 2004. p. 110.

Havukainen R, Korpela H, Väisälä S, Piri A, Kettunen E. Survey of radiation protection education and training in Finland in 2003. In book: Abstracts. 11th International Congress of the International Radiation Protection Association 23–28 May 2004, Madrid, Spain. IRPA; 2004. p. 110.

Huurto L. Survey of Occupational Exposure to Static Magnetic Fields at MRI Clinics. International NIR Workshop & Symposium 20–22 May 2004, Sevilla, Spain.

Sihvonen A-P, Jokela K. Improved numerical model for exposure to pulsed magnetic field from a mobile phone. Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Bioelectromagnetic Society 20–24 June 2004, Washington DC, USA. pp. 129–130.

Sihvonen A-P, Toivonen T, Puranen L, Jokela K. Novel transfer standard for SAR-probe calibration in GSM bands. Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Bioelectromagnetic Society 20–24 June 2004, Washington DC, USA. pp. 306–307.

Puranen L. Final Report of Radiofrequency (RF) Dosimetry of In Vivo Exposure System. EU final report of the CEMFEC project. 15 September 2004.

Kotimaiset

Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004.

Komppa T. Potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen röntgentutkimuksissa. Käsitteet. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 11–17.

Tapiovaara M. Digitaalinen kuvantaminen. Potilaan säteilyaltistuksen optimointi. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 32–36.

Miettinen A. Mammografiakuvausten laadunvarmistus. Mammografialaitteiden toiminta ja kuvanlaatu Suomessa. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 41–43.

Järvinen H. Kliininen auditointi. Auditointien toimeenpano Suomessa ja EU:n jäsenmaissa – mitä yhteistä? Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 63–68.

Karppinen J. Koulutusvaatimusten toimeenpano. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 86–88.

Pirinen M. Uudet säädökset ja oppaat. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 89–91.

Komppa T, Pöyry P. DAP-mittareiden kalibrointi: menetelmät ja ohjeet. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 92–93.

Pöyry P. Annoksen ja pinta-alan tulon mittareiden kalibrointi. Kirjassa: Luennot. XXVIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 21.–22.10.2004. Tampere: Lege Artis Oy; 2004. s. 48–52.

Kosunen A. Dimond III-projektin esittely. Kirjassa: Luennot. XXVIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 21.–22.10.2004. Tampere: Lege Artis Oy; 2004. s. 58–63.

Parkkinen R. Uutta STUK:n ohjeista. Kirjassa: Luennot. XXVIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 21.–22.10.2004. Tampere: Lege Artis Oy; 2004. s. 87–89.

Pirinen M. Potilasannos, vertailutasot ja efektiivinen annos. Kirjassa: Luennot. XXVIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 21.–22.10.2004. Tampere: Lege Artis Oy; 2004. s. 90–91.

Vartiainen E. Terveystenhoitoa ja koulutusta koskeva uusi säteilylainsäädäntö ja merkitys käytännössä. Kirjassa: Luennot. XXV Tampereen lääkäripäivät, Tampere 18.–20.3.2004. Tampere: Lege Artis Oy; 2004. s. 31–32.

Havukainen R. Miten terveydenhuollon säteilyn käyttöä valvotaan? Kirjassa: Luennot. XXV Tampereen lääkäripäivät, Tampere 18.–20.3.2004. Tampere: Lege Artis Oy; 2004. s. 39–40.

Vartiainen E. Terveystenhuoltoa ja koulutusta koskeva säteilylainsäädäntö. Kirjassa: Ohjelmat ja luentolyhennelmät. Itä-Suomen lääketiede, Kuopio 21.–23.9.2004. s. 91–92.

Parkkinen R. Miten terveydenhuollon säteilyn käyttöä valvotaan ja seurataan. Kirjassa: Ohjelmat ja luentolyhennelmät. Itä-Suomen lääketiede, Kuopio 21.–23.9.2004. s. 98.

Visuri R. Solariumin turvallisuusvaatimukset ja valvonta. Ympäristöterveydenhuollon alueelliset koulutuspäivät, Kuusamo 15.9.2004, Kuopio 13.10.2004 ja Tampere 17.11.2004.

Visuri R. Säkerhetskrav på och övervakning av solarier. Kurs i miljöhälsövärd, Tammerfors 17.–18.11.2004.

STUKin omat julkaisusarjat

Kettunen A. Radiation Dose and Radiation Risk to Foetuses and Newborns during X-ray Examinations. STUK-A204. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004.

Piri A. Säteilysuojelukoulutuksen tila ja tarve Suomessa vuonna 2003. STUK-B-STO 53. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004.

Visuri R, Huurto L, Nyberg H. Muutokset solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuudessa 1998–2002. STUK-B-STO 56. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004.

Kotimaisen ammattilehden tai oppikirjan artikkelit

Tapiovaara M, Pukkila O, Miettinen A. Röntgensäteily diagnostiikassa. Kirjassa: Pukkila O (toim.). Säteilyn käyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 13–180.

Sipilä P. Sädehoito. Kirjassa: Pukkila O (toim.). Säteilyn käyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 183–217.

Korpela H. Isotooppilääketiede. Kirjassa: Pukkila O (toim.). Säteilyn käyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 219–252.

Väisälä S, Korpela H, Kaituri M. Säteilyn käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa. Kirjassa: Pukkila O (toim.). Säteilyn käyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004. s. 255–295.

Havukainen R. Säteilyn käyttöön osallistuvien henkilöiden pätevyys ja suojelukoulutus. Alara 2004; 3: 25.

Opinnäytetyöt

Pöyry P. Annoksen ja pinta-alan tulon (*DAP*) mittaaminen röntgendiagnostiikassa ja *DAP*-mittareiden kalibrointi. Pro Gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos; 2004.

Kiljunen T. Lasten röntgentutkimusten vertailutasot. Pro Gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos; 2004.

Valvontaraportit

Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2003. STUK-B-STO 54. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004.

Rantanen E (ed.). Radiation Practices. Annual Report 2003. STUK-B-STO 55. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2004.

Viranomaisohjeet

Suomenkieliset

Säteilyn käyttöorganisaatio. Ohje ST 1.4. Säteilyturvakeskus (16.4.2004).

Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja pätevyiden edellyttämä säteily-suojelukoulutus. Ohje ST 1.8. Säteilyturvakeskus (16.4.2004).

Ruotsinkieliset

Användarorganisation. Direktiv ST 1.4. Strålsäkerhetscentralen (16.4.2004).

Behörighet och strålskyddsutbildning för personer inom en användarorganisation. Direktiv ST 1.8. Strålsäkerhetscentralen (16.4.2004).

Kvalitetssäkring av strålbehandling. Direktiv ST 2.1. Strålsäkerhetscentralen (22.5.2003).

Strålsäkerhetskrav och övervakning av solarieutrustning. Direktiv ST 9.1. Strålsäkerhetscentralen (1.12.2003).

Radioaktivitet i byggnadsmaterial och aska. Direktiv ST 12.2. Strålsäkerhetscentralen (8.10.2003).

Englanninkieliset käännökset

Radiation User's Organization. Guide ST 1.4. STUK (16 April 2004).

Radiation Protection Training in Health Care. Guide ST 1.7. STUK (17 February 2003).

Qualifications of Persons Working in Radiation User's Organization and Radiation Protection Training Required for Competence. Guide ST 1.8. STUK (16 April 2004).

Mammography Equipment and Their Use. Guide ST 3.2. STUK (13 August 2001).

Esitteet, katsaukset ja STUK tiedottaa -sarja

Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedottaa, 1/2004.

Matkapuhelimet ja tukiasemat. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia, maaliskuu 2003, uudistettu painos 2004.

Mobiltelefoner och basstationer. Strål- och kärnsäkerhetsöversikter, april 2004.

Juliste solariumin käyttäjille, uusintapainos.

Säteilyn käytön turvallisuus -esite.

LIITE 2**STUKIN JULKAISEMAT ST-OHJEET. TILANNE 31.12.2004.****Yleiset ohjeet**

- ST 1.1 Säteilytoiminta ja sen valvonta, 20.6.1996
 ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkinnät, 10.11.1999
 ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 16.4.2004
 ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta ja ilmoitusvelvollisuudesta, 1.7.1999
 ST 1.6 Säteilysuojelutoimet työpaikalla, 29.12.1999
 ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 17.2.2003
 ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja pätevyyden edellyttämä säteilysuojelukoulutus, 16.4.2004

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon laadunvarmistus, 22.5.2003
 ST 2.2 Sädehoitolaiteiden ja -tilojen säteilyturvallisuus, 2.2.2001

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgenlaitteiden käyttö ja valvonta, 27.5.1999
 ST 3.2 Mammografialaitteet ja niiden käyttö, 13.8.2001
 ST 3.3 Lääketieteelliset röntgentutkimuslaitteet ja niiden käyttö, 27.8.1992
 ST 3.4 Kuvantarkastus-televisioketjun laadunvalvonta, 24.10.1991
 ST 3.5 Lääketieteellisten röntgentutkimuslaitteiden ja röntgenfilmien kehityksen laadunvalvonta, 3.12.1991
 ST 3.6 Röntgentilojen säteilyturvallisuus, 24.9.2001
 ST 3.7 Mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta, 28.3.2001

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 17.2.1999
 ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 17.2.1999

- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 2.10.2000
 ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 17.2.1999
 ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huolto-työ, 17.2.1999

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Radionuklidilaboratorioiden säteilyturvallisuusvaatimukset, 1.7.1999
 ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
 ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä, 18.3.2003

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 25.2.2000
 ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 1.7.1999
 ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 1.7.1999
 ST 7.4 Säteilyannosten rekisteröinti 25.2.2000
 ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 29.12.1999

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.12.2003
 ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
 ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
 ST 9.4 Yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 8.10.1993

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 6.4.2000
 ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 8.10.2003
 ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993

LIITE 3

KOULUTUSORGANISAATIOT

A. Koulutusorganisaatiot, jotka on ohjeen ST 1.8 mukaisesti hyväksytty järjestämään säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyyskuulusteluja. Tilanne 31.12.2004.

Hyväksymis-päivä	Hyväksyntä voimassa	Organisaatio	Pätevyysala
Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto			
27.8.2004	1.1.2005– 31.12.2009	Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos	Avolähteiden sekä umpilähteiden ja röntgenlaitteiden käyttö

B. Koulutusorganisaatiot, jotka on ennen ohjeen ST 1.8 voimaantuloa hyväksytty järjestämään säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyyskuulusteluja. Tilanne 31.12.2004. Organisaation, jolle STUK on ennen ohjeen ST 1.8 voimaantuloa myöntänyt oikeuden järjestää vastaavan johtajan kuulusteluja ja joka haluaa jatkaa kuulustelujen järjestämistä ohjeen mukaisesti, on kuulustelu-oikeuden saadakseen toimitettava ohjeessa mainitut tiedot STUKin tarkastettavaksi 31.5.2005 mennessä.

Hyväksymis-päivä	Organisaatio	Pätevyysala
Säteilyn käyttö terveydenhuollossa		
5.5.1997	Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta	Eläinröntgentoiminta
29.2.1996	Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö
15.4.1993	Helsingin yliopisto, Radiologian klinikka	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
10.5.1993	Kuopion yliopisto, Kliinisen radiologian laitos	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
6.10.1992	Kuopion yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus	Säteilyn käyttö (ei yleiskäyttö)
20.12.1991	Oulun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö
27.5.1993	Oulun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
20.12.1991	Sairaalafysikoiden pätevyyslautakunta	Säteilyn yleiskäyttö
3.3.1992	Sairaalakemistien pätevyyslautakunta	Radioaktiivisten aineiden käyttö
29.2.1996	Tampereen teknillinen korkeakoulu, Ragnar Granit -instituutti	Säteilyn yleiskäyttö
17.8.1993	Tampereen yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
26.1.1994	Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö
8.6.1993	Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)

Hyväksymis- päivä	Organisaatio	Pätevyysala
<i>Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto</i>		
20.12.1991	AEL, NDT-tekniikka	Teollisuusradiografia (myös vastaava käyttäjä)
6.4.1993	Stadia, Helsingin ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Säteilylähteiden kauppa ja huolto
29.5.2002	Stadia, Helsingin ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa (ei teollisuusradiografia)
3.4.1992	Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö, avolähteiden käyttö, röntgen-säteilyn käyttö (ei teollisuusradiografia), säteilyn käyttö oppilaitosten demonstraatiotoiminnassa ja säteilylähteiden kauppa
26.1.1994	Helsingin yliopisto, Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus Palmenia	Säteilyn yleiskäyttö ja säteilylähteiden kauppa
8.4.1992	Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan laitekeskus	Umpi- ja avolähteiden käyttö
3.4.1992	Helsingin yliopisto, Radiokemian laitos	Umpi- ja avolähteiden käyttö
26.8.1992	Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Teollisuusradiografia, umpi- ja avolähteiden käyttö sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto
31.1.1995	Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilylähteiden kauppa, säteilylähteiden käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa
6.10.1992	Kuopion yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus	Säteilyn käyttö (ei yleiskäyttö) ja säteilylähteiden kauppa ja huolto
12.3.1992	Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu	Säteilyn yleiskäyttö, röntgensäteilyn käyttö, umpi- ja avolähteiden käyttö
4.8.1994	Oulun yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos	Säteilylähteiden kauppa, säteilylähteiden käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa
4.5.1992	Oulun yliopisto, Biokemian laitos	Umpi- ja avolähteiden käyttö
15.5.1992	Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri	Säteilylähteiden kauppa ja huolto
21.1.1992	POHTO	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö (ei teollisuusradiografia)
18.5.1992	Satakunnan ammattikorkeakoulu	Röntgensäteilyn käyttö, teollisuusradiografia, umpilähteiden käyttö ja säteilylähteiden kauppa
21.1.1992	SPEK, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö	Paloilmoittimien asennus ja huolto
14.2.1992	Tampereen ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö (ei teollisuusradiografia)
3.8.1992	Turun ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja teollisuus	Säteilyn yleiskäyttö, teollisuusradiografia, röntgen-säteilyn käyttö, umpilähteiden käyttö sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto
3.8.1992	Turun yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö, teollisuusradiografia, röntgensäteilyn käyttö, umpilähteiden käyttö ja säteilylähteiden kauppa

STUK-B-STO sarjan julkaisuja

STUK-B-STO 57 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2004. Helsinki 2005.

STUK-B-STO 56 Visuri R, Huurto L, Nyberg H. Muutokset solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuuksessa 1998–2002. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 55 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 54 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 53 Piri A. Säteilysuojelukoulutuksen tila ja tarve Suomessa vuonna 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 52 Miettinen A, Pirinen M. The Dose and Image Quality in Mammography Practice in Finland. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 51 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 50 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 49 Hakanen A. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 48 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 47 Korpela H. Radioaktiivisten lääkeaineiden käyttö Suomessa vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 46 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 45 Jalarvo V, Visuri R, Huurto L. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset 1998–1999. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 44 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 43 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 42 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 41 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 40 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 39 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 38 Korpela H. Use of Radiopharmaceuticals in Finland in 1997. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 37 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 1997. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 36 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1997. Helsinki 1998.

STUK-B-STO 35 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1996. Helsinki 1997.

Täydellisen listan STUK-B-STO-sarjan julkaisuista saa Säteilyturvakeskuksen kirjastosta.